Sensoriamento Remoto (SR) Orbital (Parte I):

sistemas sensores satelitais
tipos de resoluções
processamento digital de imagens

Agenda 1 : Sensoriamento Remoto x Uso do Solo x Transportes

- ✓ **Introdução e justificativa**
- ✓ Objetivos da disciplina
- ✓ Conceitos
- ✓ Sistemas Sensores
- ✓ Tipos de Resoluções
- ✓ Processamento digital de imagens

Introdução e Justificativa

As mudanças no uso dos solos urbanos são, muitas vezes, decorrentes das mudanças ocorridas no sistema viário.

Por outro lado, grandes mudanças no cenário urbano induzem ou promovem a necessidade de mudanças ou da introdução de novas facilidades de vias de transportes ainda não existentes numa região.

Particularmente em metrópoles como São Paulo, essas mudanças são rápidas e a detecção da mudança deve acompanhar essa aceleração.

Introdução e Justificativa

Uma das ferramentas com aplicação nessa direção é o uso das **imagens de satélites de sensoriamento remoto orbital** de alta resolução espacial e de sensores que operam fora do espectro visível, aliados a informações cadastrais e de fotografias aéreas.

Um dos principais desafios para o uso dessas imagens de alta resolução espacial e dos produtos provenientes desses novos sensores, além do grande volume de dados, é o seu processamento e conseqüente extração de informações.

Agenda 1 : Sensoriamento Remoto x Uso do Solo x Transportes

- ✓ Introdução e justificativa
- ✓ **Objetivos da disciplina**
- ✓ Conceitos
- ✓ Sistemas Sensores
- ✓ Tipos de Resoluções
- ✓ Processamento digital de imagens

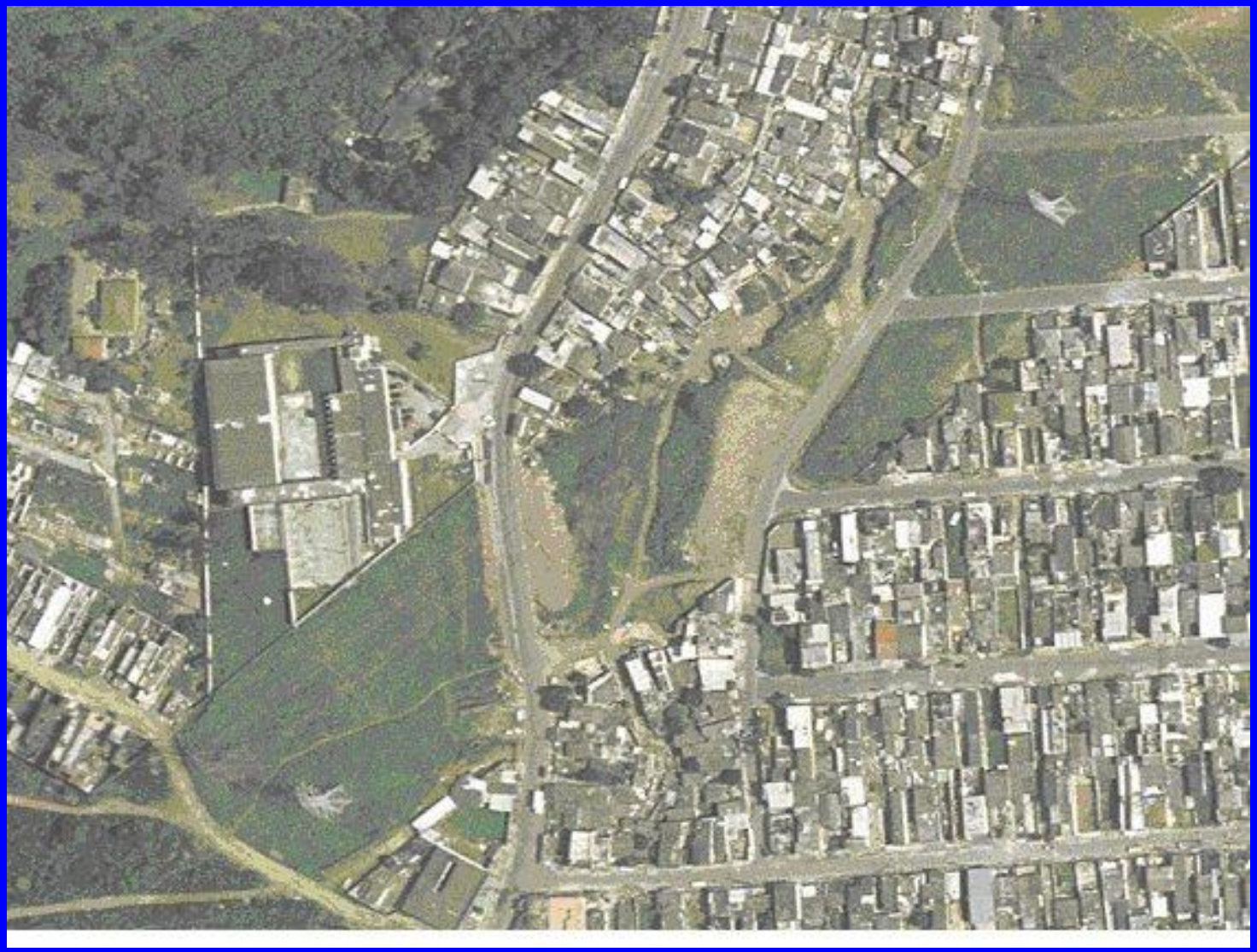
Objetivos da Disciplina

Introduzir os princípios da análise de imagens para a interpretação de dados de sensoriamento remoto em estudos urbanos relacionados às vias de transporte, com ênfase no processamento e classificação de imagens do espectro óptico;

Apresentar as vantagens da utilização dessas novas tecnologias para o mapeamento de mudanças no uso e ocupação de solos urbanos, provocadas por alterações no sistema viário.

Avaliação das Tecnologias

Ortofoto – Local 1



Avaliação das Tecnologias

➢ A Linha Piloto

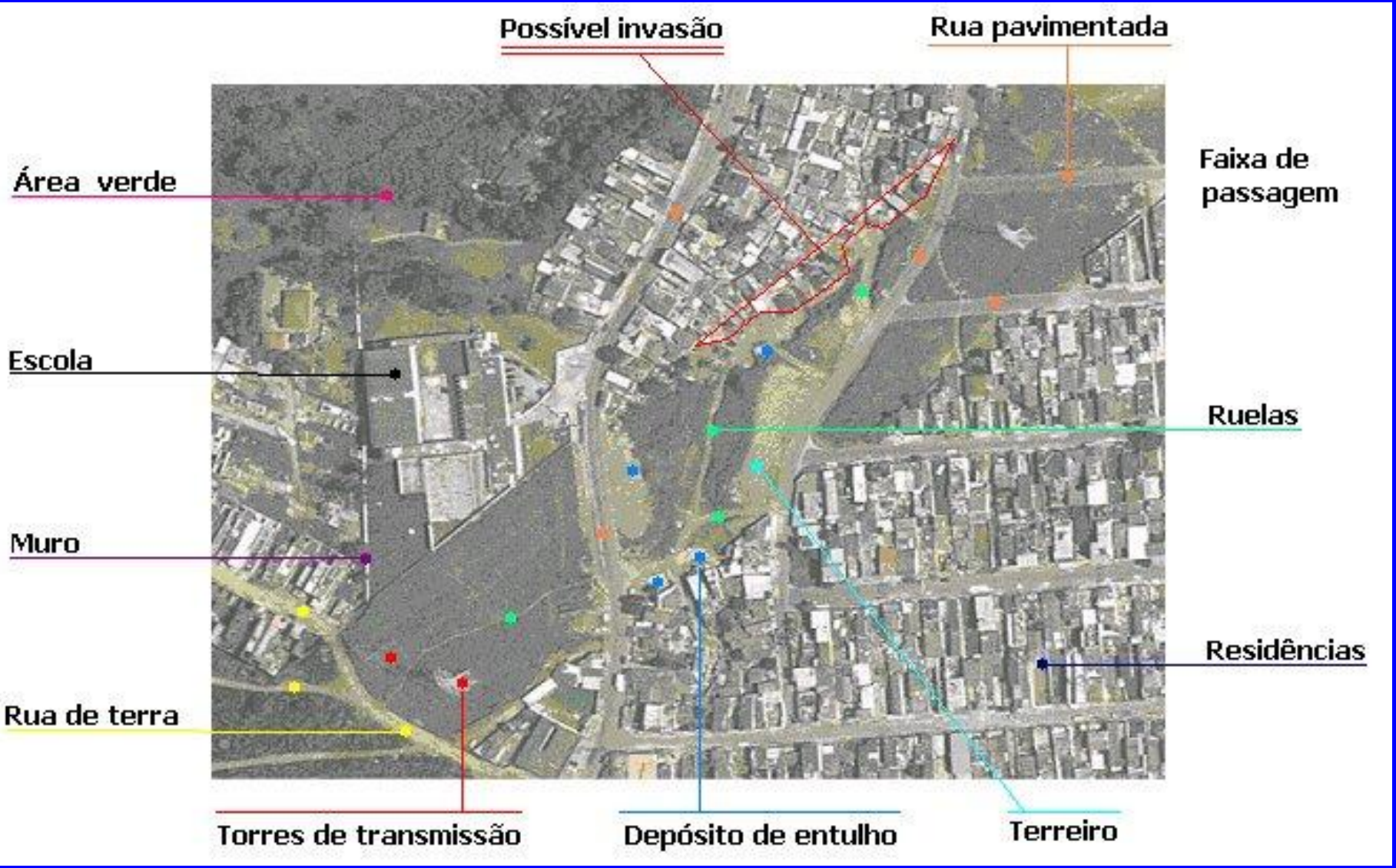
QuickBird – Local 1

Avaliação das Tecnologias

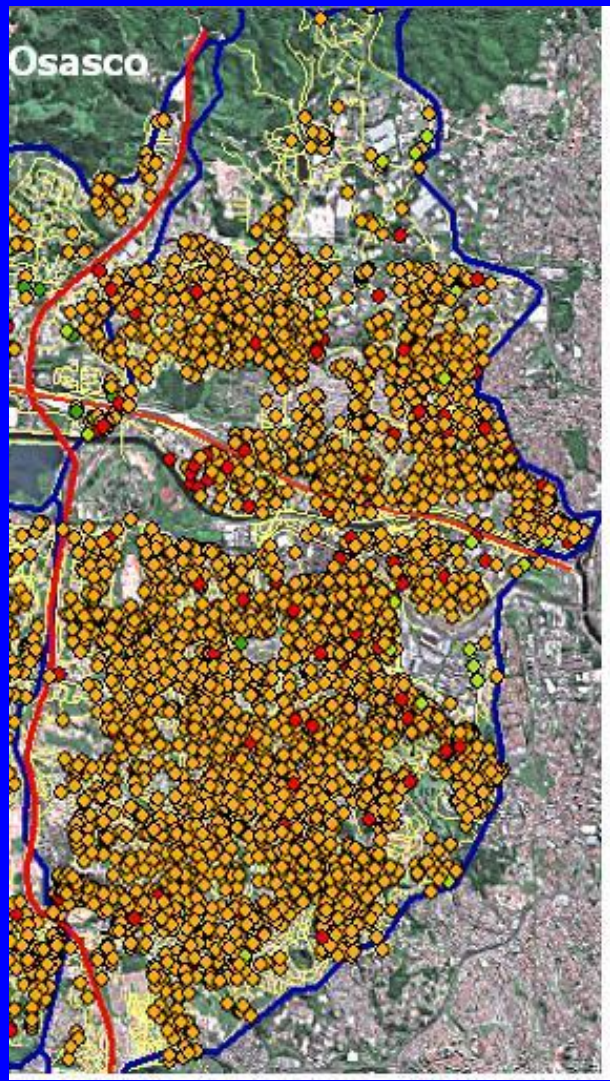
Perfilamento Laser – Local 1

Avaliação das Tecnologias

Identificação das interferências e feições



Espacialização das empresas



Empresas Espacializadas por Quantidade de Funcionários (Porte) no Município de Osasco

- Micro – 0 a 9
- Pequena – 10 a 49
- Média – 50 a 499
- Grande - > 500

Empresas_Osasco
Grupos de Empresas por código de atividade

- ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, DEFESA E SEGURIDADE SOCIAL
- AGRICULTURA, PECUÁRIA, SILVICULTURA E EXPLORAÇÃO FLORESTAL
- ALOJAMENTO E ALIMENTAÇÃO
- ATIVIDADES IMOBILIÁRIAS, ALUGUÉIS E SERVIÇOS PRESTADOS ÀS EMPRESAS
- COMÉRCIO, REPARAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES
- CONSTRUÇÃO
- EDUCAÇÃO
- INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO
- INDÚSTRIAS EXTRATIVAS
- INTERMEDIAÇÃO FINANCEIRA, SEGUROS, PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR
- ORGANISMOS INTERNACIONAIS E OUTRAS INSTITUIÇÕES EXTRATERRITORIAIS
- OUTROS SERVIÇOS COLETIVOS, SOCIAIS E PESSOAIS
- PESCA
- PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ELETRICIDADE, GÁS E ÁGUA
- SAÚDE E SERVIÇOS SOCIAIS
- SERVIÇOS DOMÉSTICOS
- TRANSPORTE, ARMAZENAGEM E COMUNICAÇÕES

Resultados

- Mapa temático de uso e ocupação do solo

Ususolo_Osasco

Classes de Uso e Ocupação

- Agua doce
- Area Suburbana
- Area Urbana alta
- Area Urbana baixa
- Area Urbana media
- Area Urbana verticalizada
- Area de grande concentracao urbana
- Area industrial
- Area urbana aberta
- Area urbana arborizada
- Edificio representativo
- Vegetacao de alto porte
- Vegetacao de medio porte
- Vegetacao rasteira

Imagens de Satélite e fotografias aéreas

Arruamento Digital

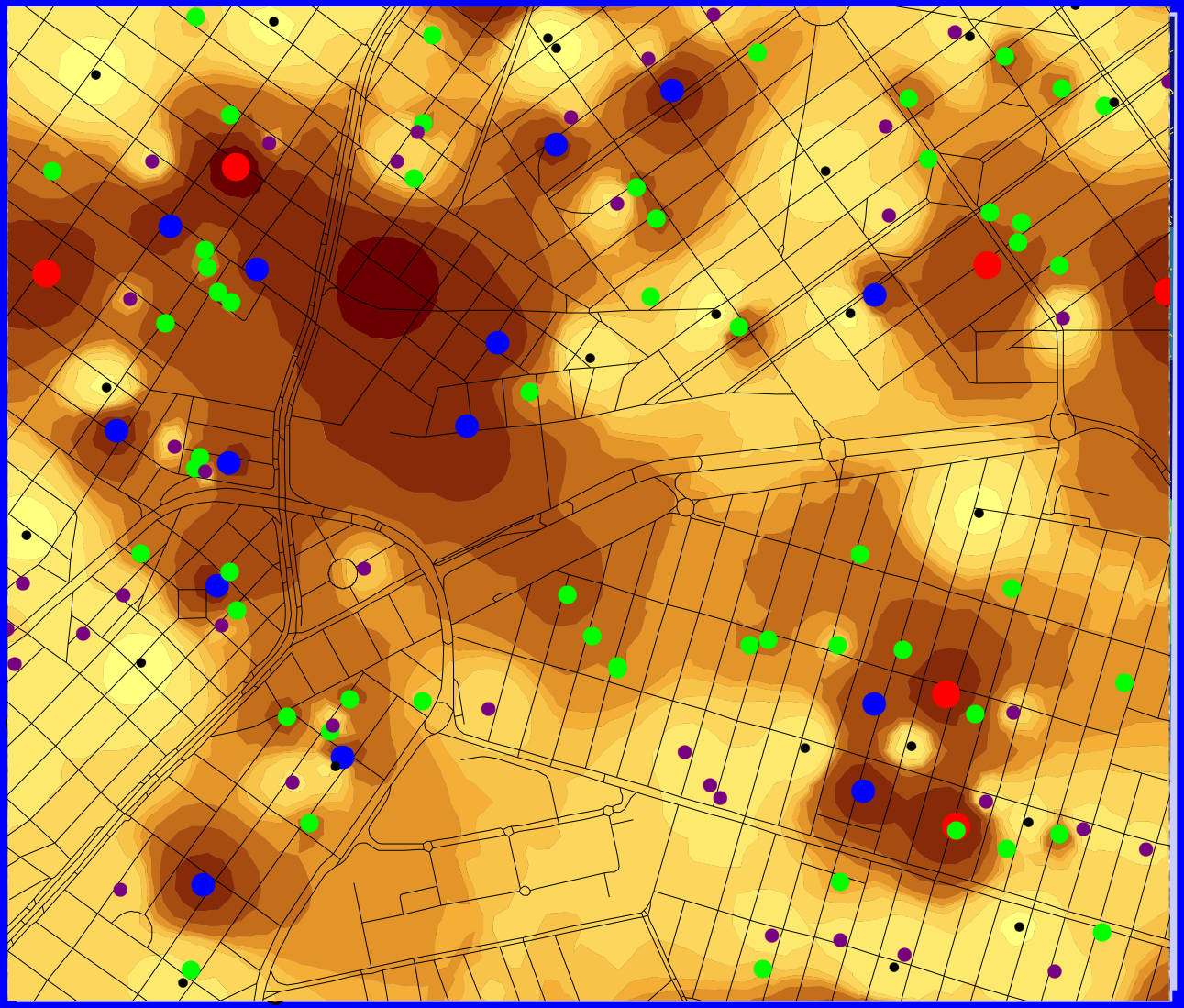
Setores Censitários

1991, 1996 e 2000

- Rendas mais altas
- Rendas mais baixas

Espacialização:

- Hospitais
- Escolas
- Industrias
- Áreas verdes
- Comércio



Análises DEA

- Áreas com alta eficiência na atratividade de empresas
- Áreas com baixa eficiência na atratividade de empresas

Agenda 1 : Sensoriamento Remoto x Uso do Solo x Transportes

- ✓ Introdução e justificativa
- ✓ Objetivos da disciplina
- ✓ **Conceitos**
- ✓ Sistemas Sensores
- ✓ Tipos de Resoluções
- ✓ Processamento digital de imagens

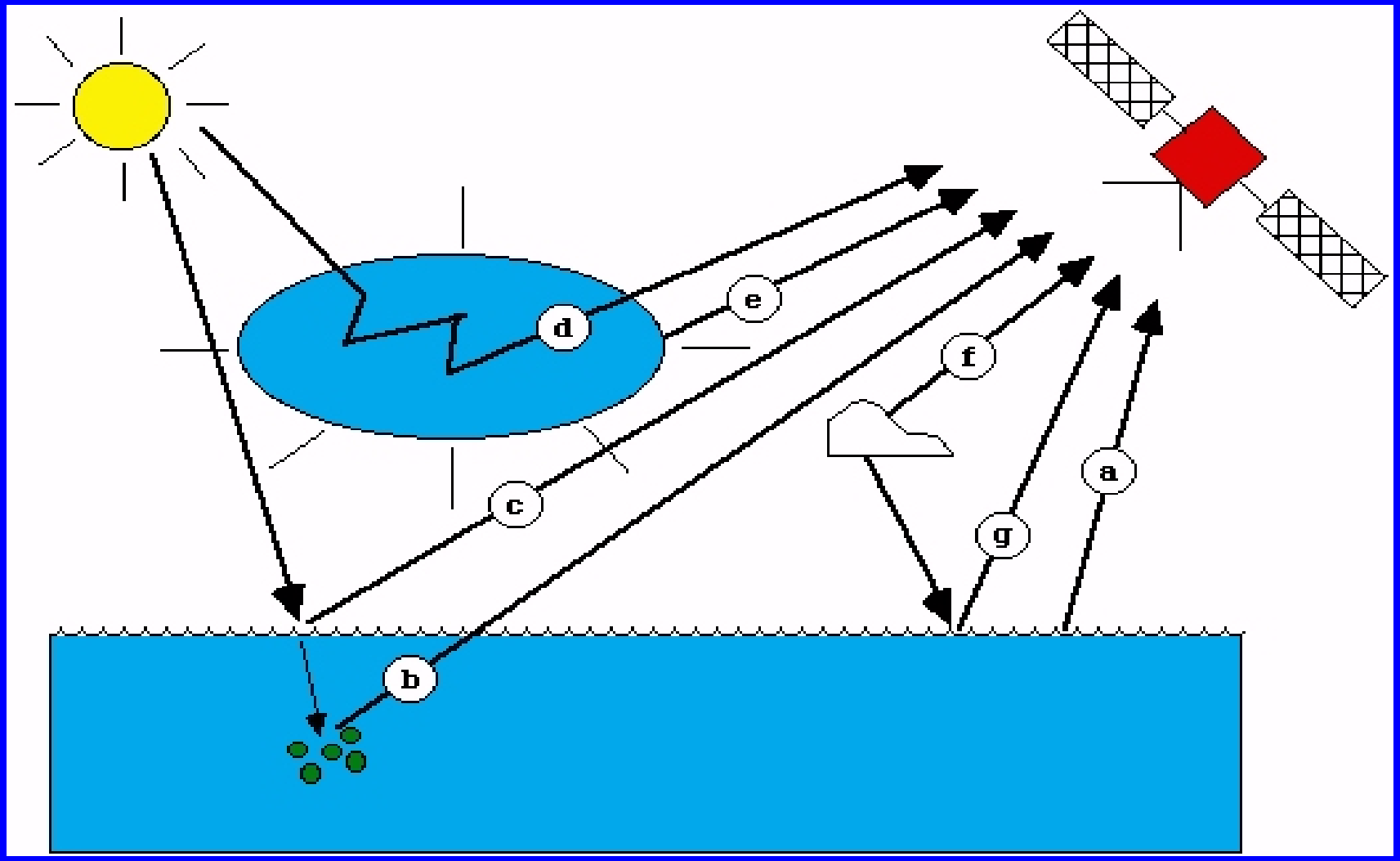
Definição

Utilização de sensores para:

a aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos sobre a superfície da Terra, através da coleta da energia radiante proveniente desse objeto, a conversão desta energia em sinal elétrico (digital) e a correspondente apresentação dessa informação

(adaptado de Novo, E.M.L., 1989)

Aquisição de dados: componentes básicos



Adaptado de W.J. Kaufmann,"Universe"

Aquisição de dados: componentes básicos

- Fonte de radiação eletromagnética
- Atmosfera
- Sensor / plataforma
- Alvo / superfície terrestre

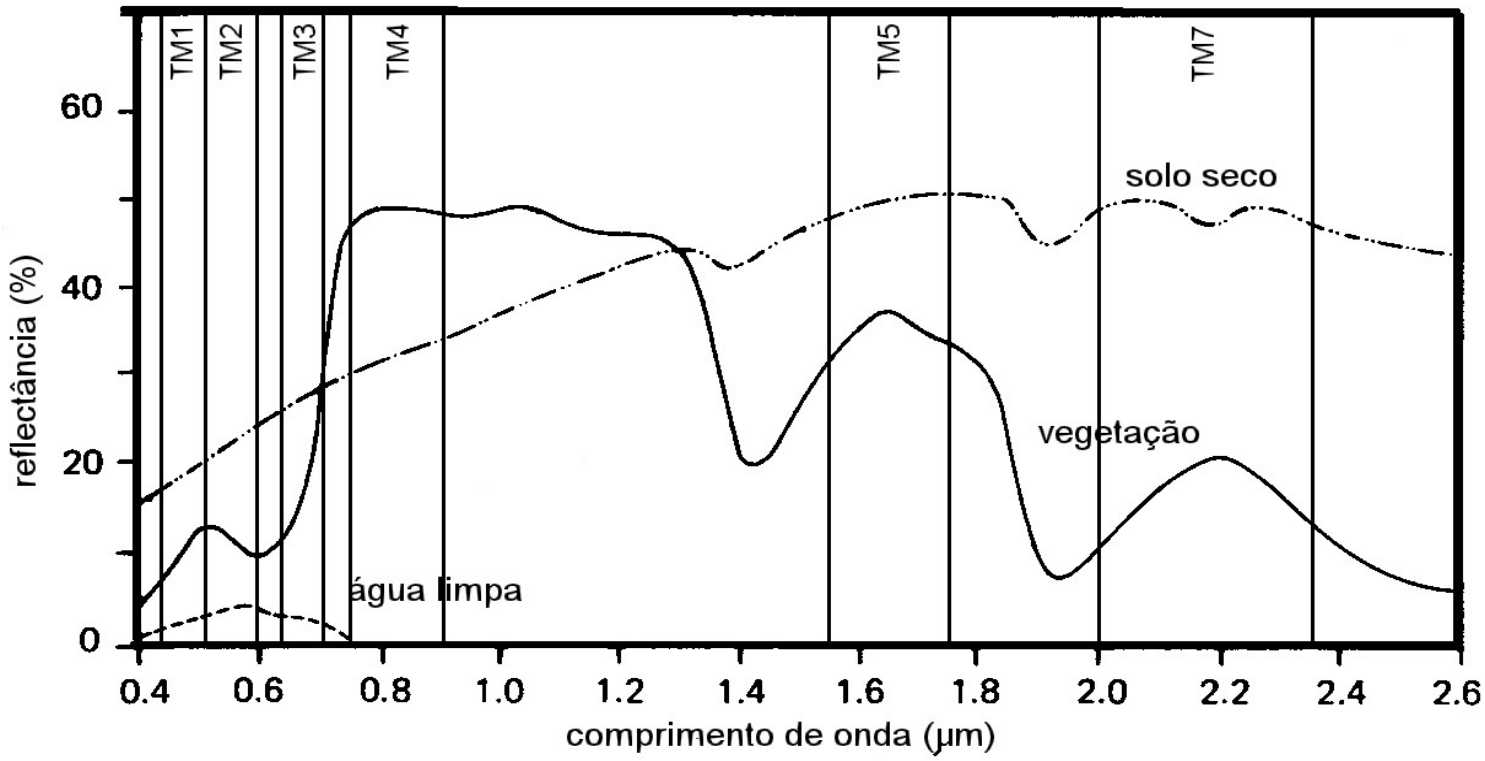
Aquisição de dados: componentes básicos

- Alvo/superfície terrestre

Assinatura Espectral: intensidade relativa com que cada corpo reflete ou emite a REM (radiação eletromagnética) nos diversos comprimentos de onda

(curvas de reflectância x comprimento de onda)

Assinatura espectral

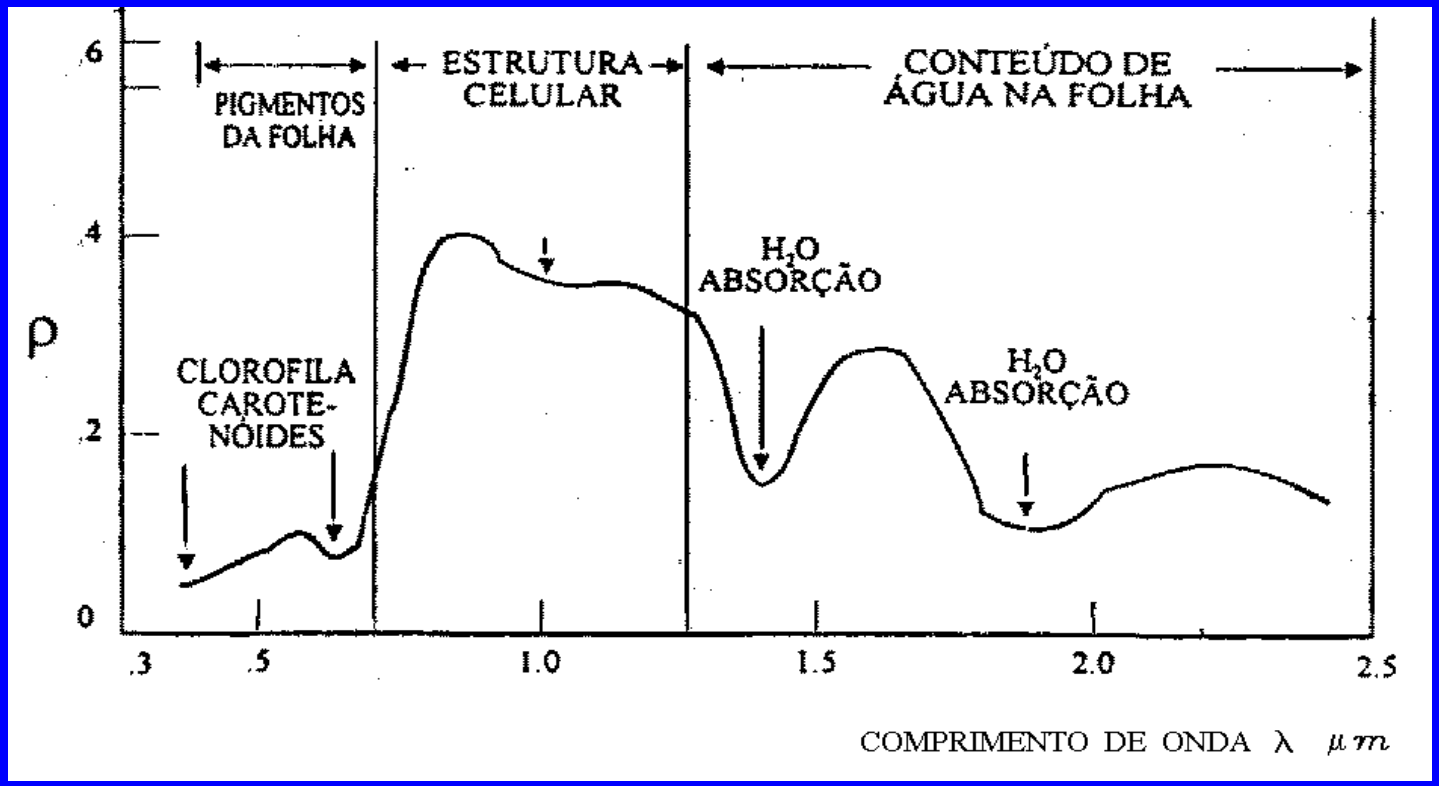


Curvas de reflectância espectral de alguns alvos

Adaptado de Lillesand & Kiefer (1987)

Assinatura espectral

Assinatura espectral da vegetação fotossinteticamente ativa

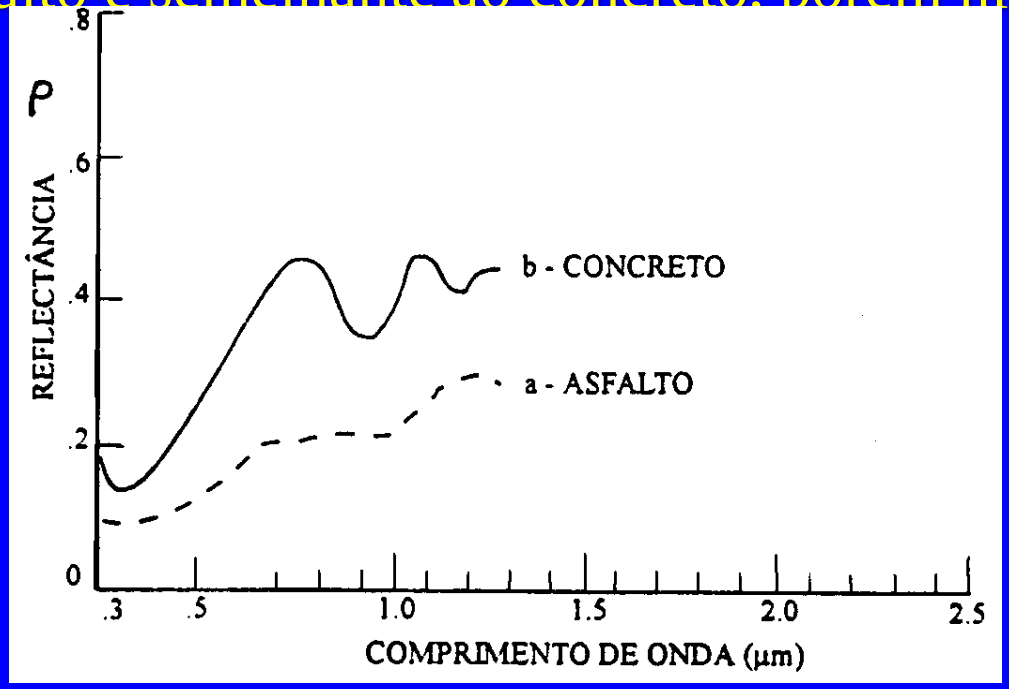


Assinatura espectral

Concreto até 0,6 μm = baixa reflectância

(0,6 a 1,3 μm) = alta reflectância

Asfalto é semelhante ao concreto, porém níveis mais baixos



Aquisição de dados: componentes básicos

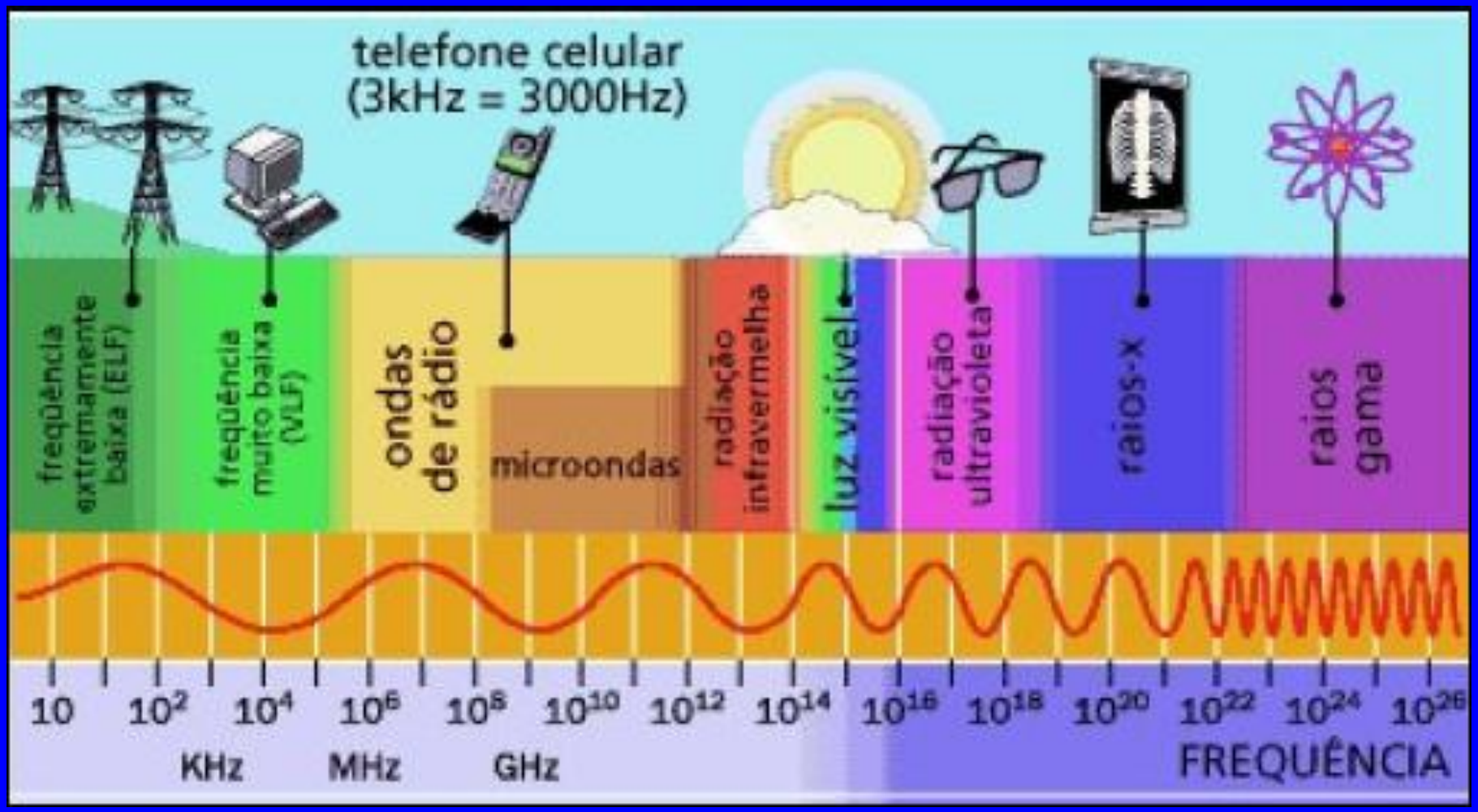
- Fonte de radiação eletromagnética
- Atmosfera
- Sensor / plataforma
- Alvo / superfície terrestre

Aquisição de dados: componentes básicos

- Fonte de radiação eletromagnética
  - Naturais: Sol e Terra
  - Artificiais: radar, laser

O Sol como a principal fonte de energia eletromagnética

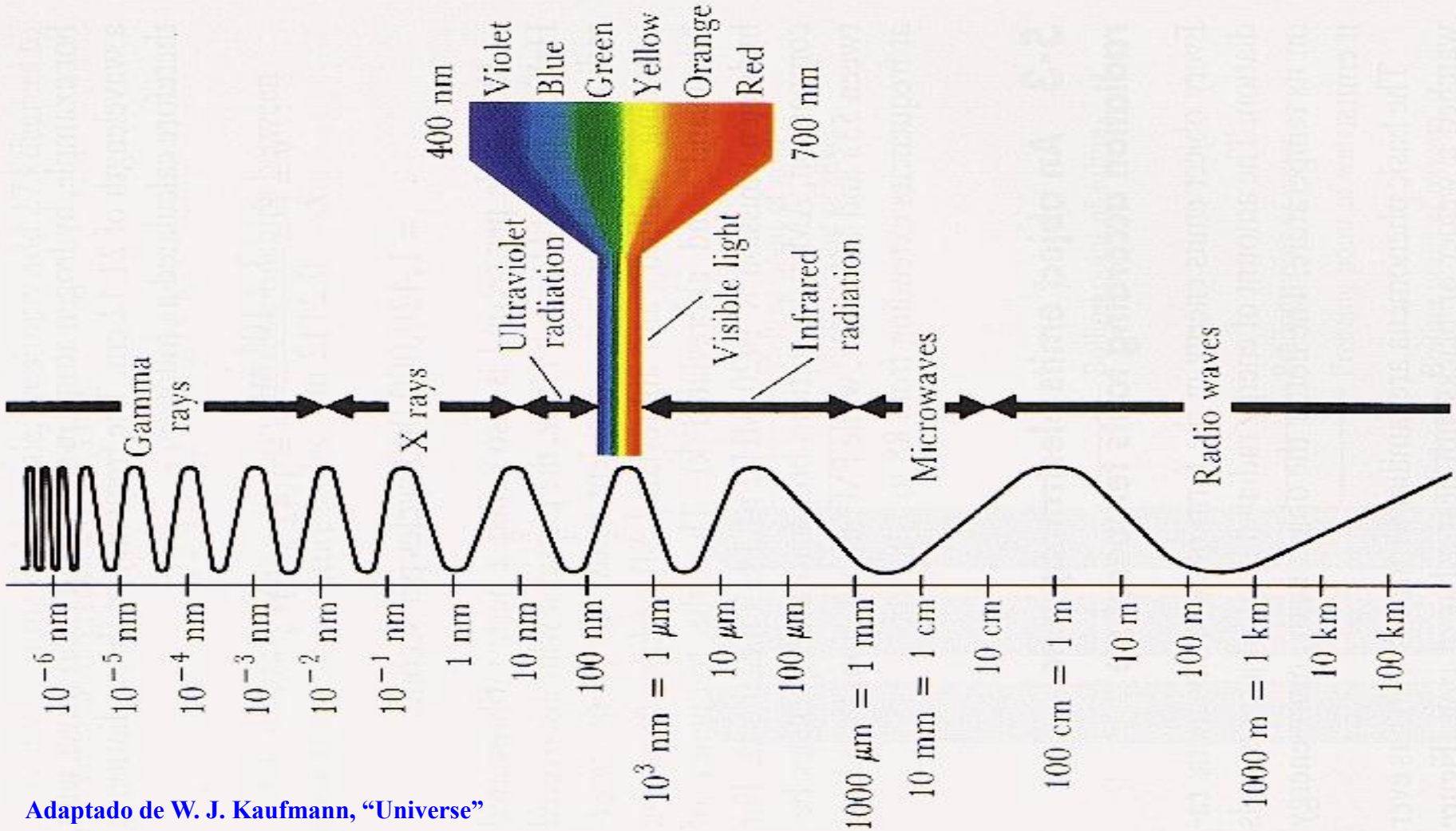
Utilização dos diferentes comprimentos de onda do E.E.



Fonte: [6]

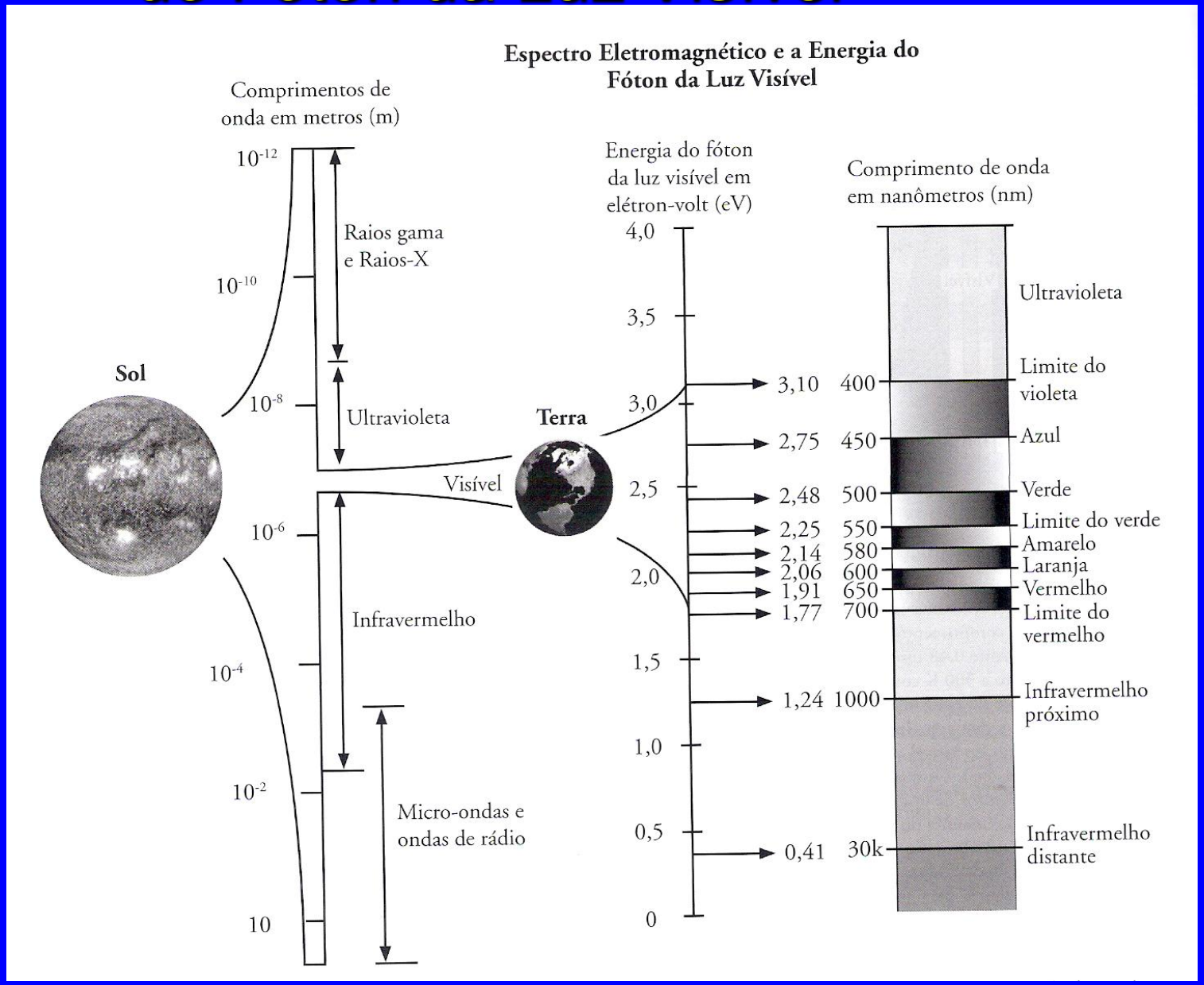
Fonte: http://eletronicos.hsw.uol.com.br/radiacao-dos-telefones-celulares1.htm

O espectro eletromagnético



Adaptado de W. J. Kaufmann, "Universe"

O espectro eletromagnético e a energia do Fóton da Luz Visível



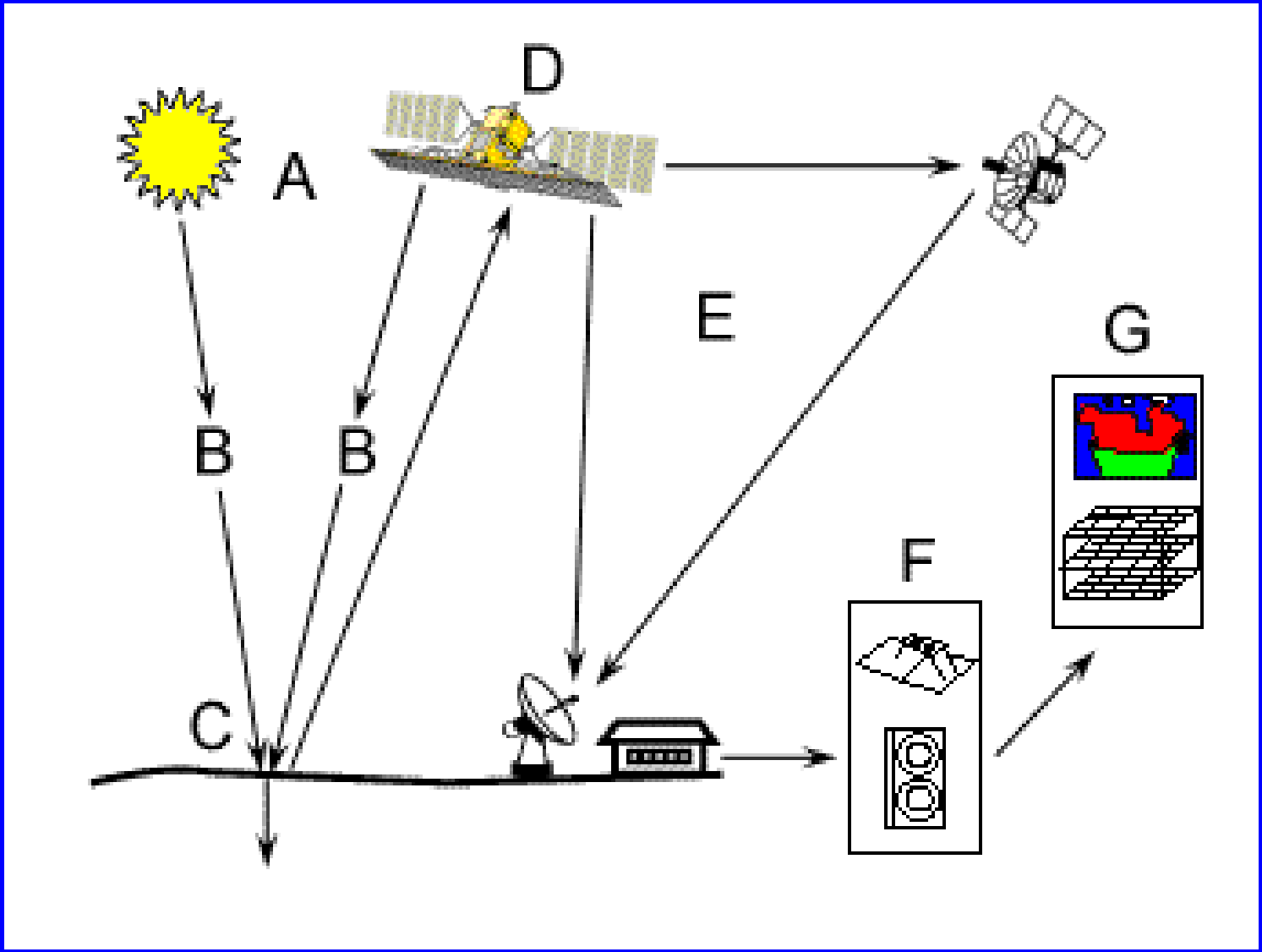
Fonte: [2]

Aquisição de dados: componentes básicos

- Fonte de radiação eletromagnética
- Atmosfera
- Sensor / plataforma
- Alvo / superfície terrestre

(B) **Interações da Energia na Atmosfera**

(C) Interações da Energia na Superfície da Terra



Interações da Energia na Atmosfera

Refração: refere-se ao desvio da luz quando ela passa de um meio a um outro, de densidade diferente

Espalhamento atmosférico: difere da refração no sentido de que a direção associada ao espalhamento é imprevisível.

- ✓A energia é modificada pela mudança de direção

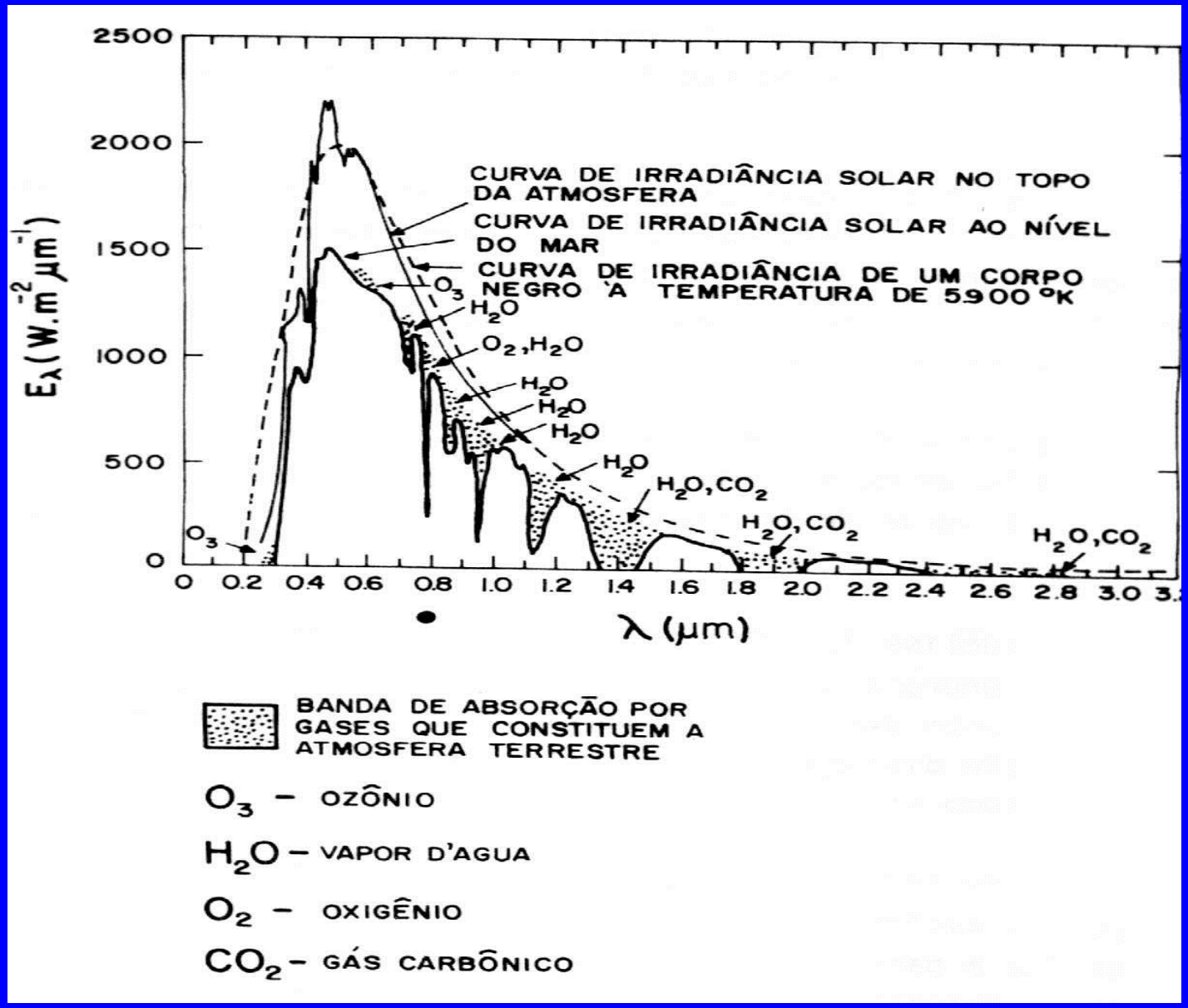
Interações da Energia na Atmosfera

Absorção:

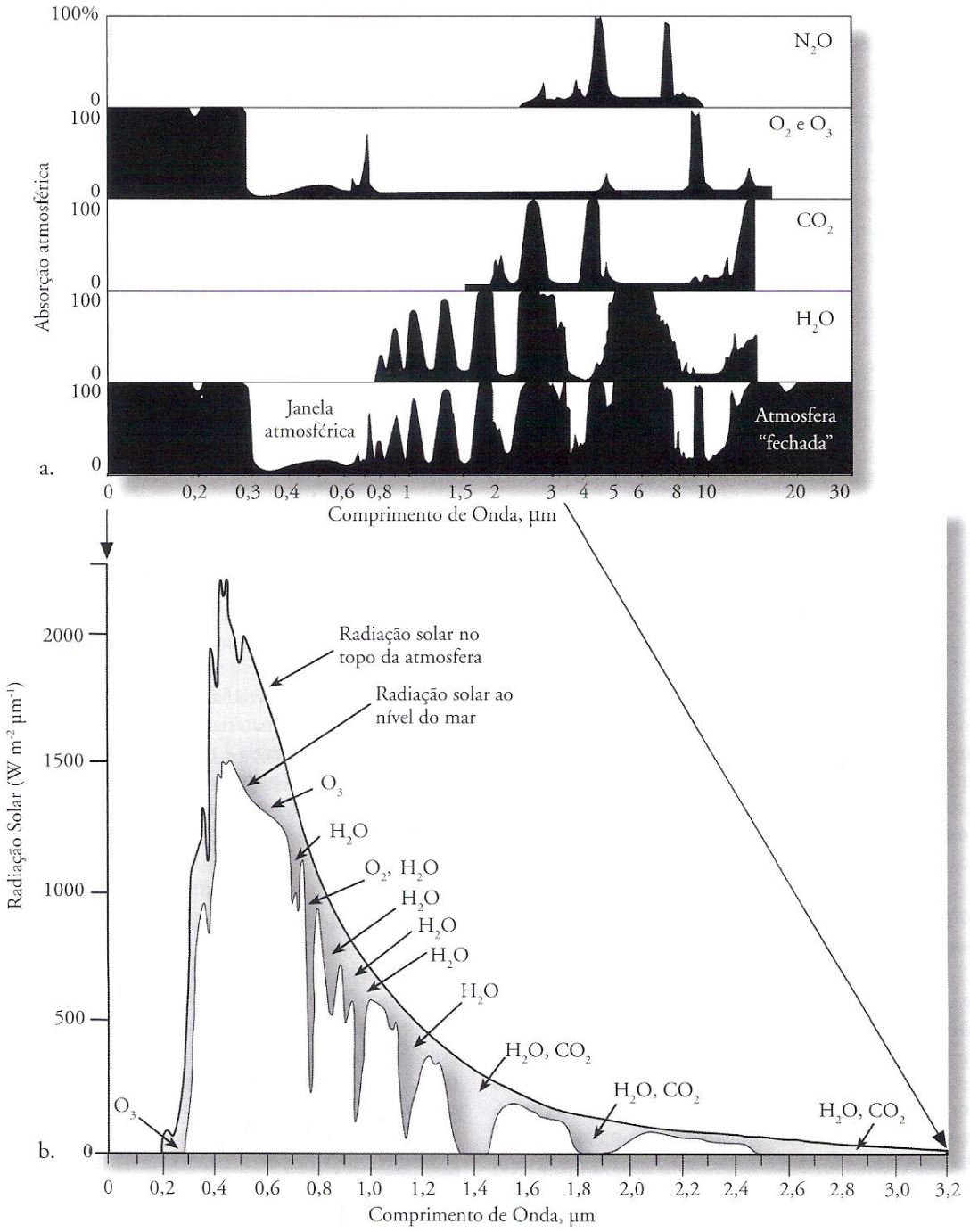
- ✓ a energia radiante é convertida pela atmosfera em outras formas de energia
- ✓ é seletivamente absorvida através de seus vários constituintes: particulados, vapor d´água e gases, como o ozônio (O_3), o dióxido de carbono (CO_2) e o óxido nitroso (N_2O)
- ✓ O efeito cumulativo da absorção pelos vários constituintes pode fazer com que a atmosfera se "feche" completamente em certas regiões do espectro

$\Rightarrow$ **Janelas Atmosféricas**

Curva de irradiância da energia solar



Absorção do E.E. do Sol incidente na região de 0,1 a 3,0 µm



Fonte: [2]

Janelas Atmosféricas

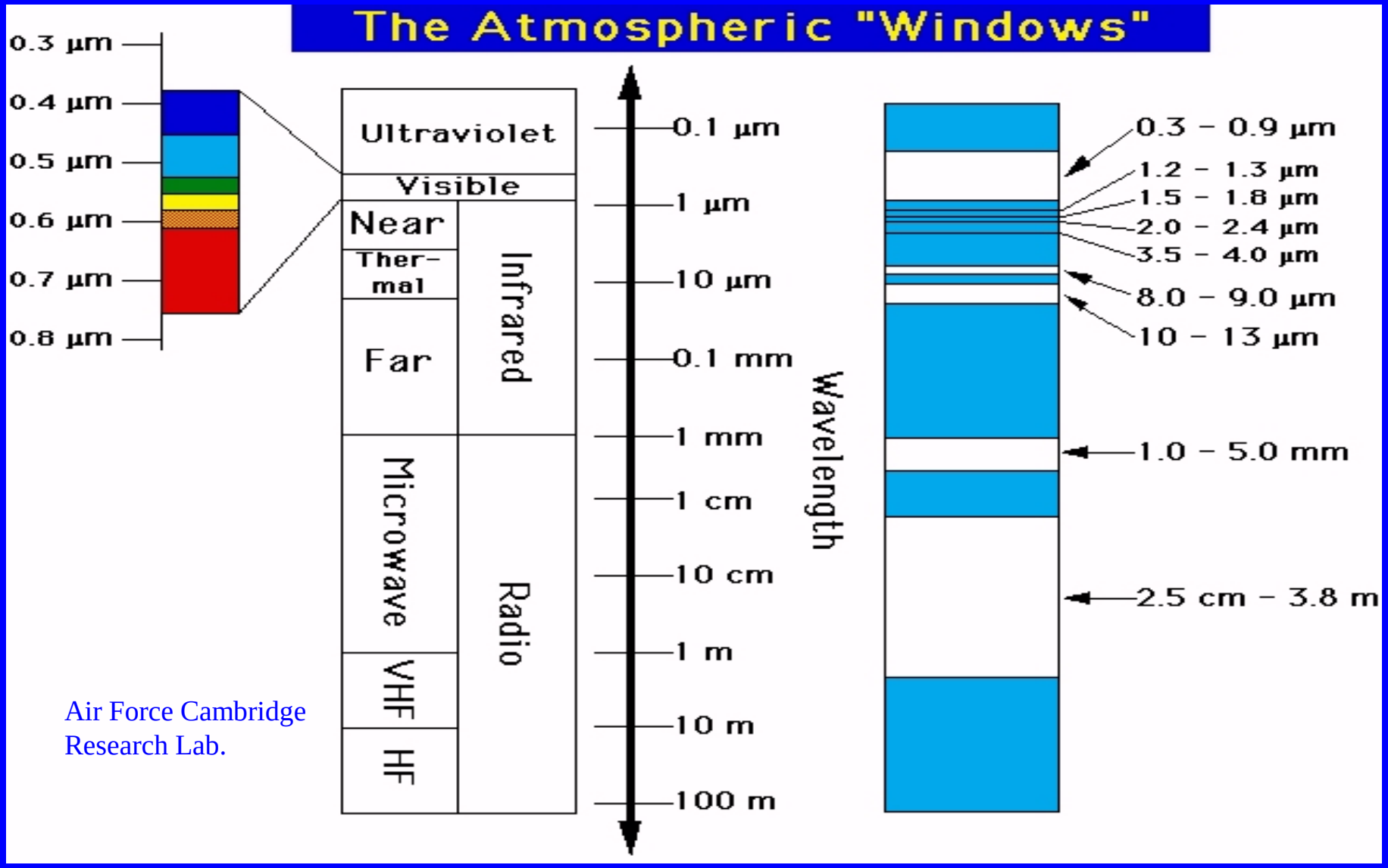
- **Bandas de Absorção da atmosfera**

  Regiões do ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO (E.E.) para os quais a atmosfera é opaca, não permitindo a passagem da RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA (REM)

- **Janelas atmosféricas**

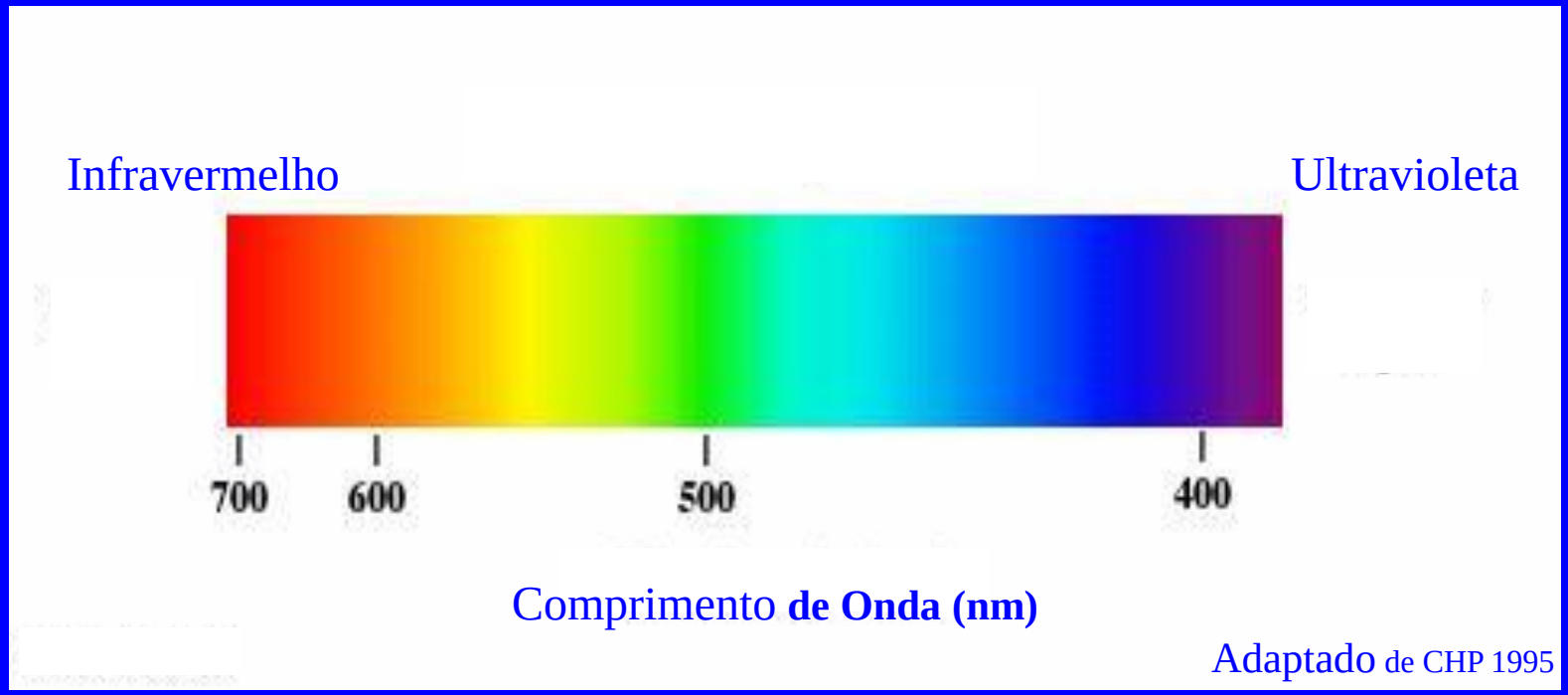
  Regiões do E.E. onde a atmosfera é transparente à radiação proveniente do Sol

Janelas atmosféricas

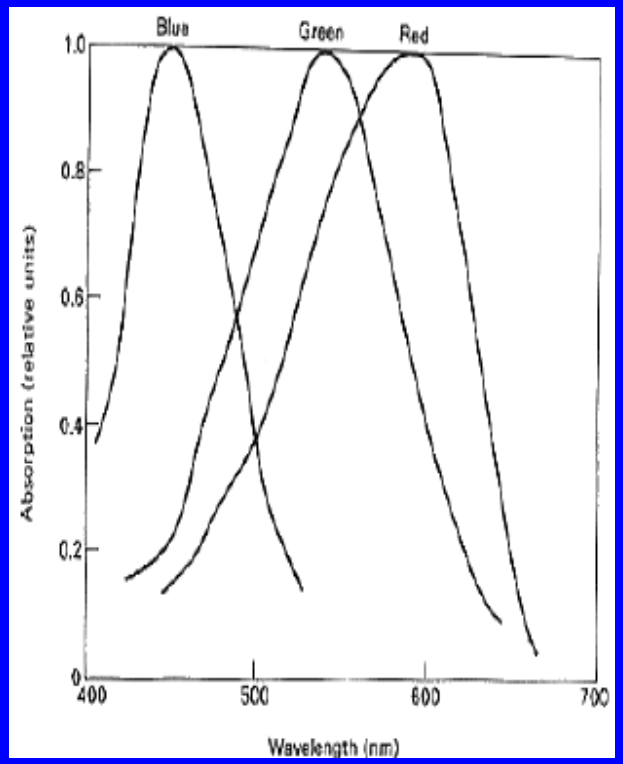


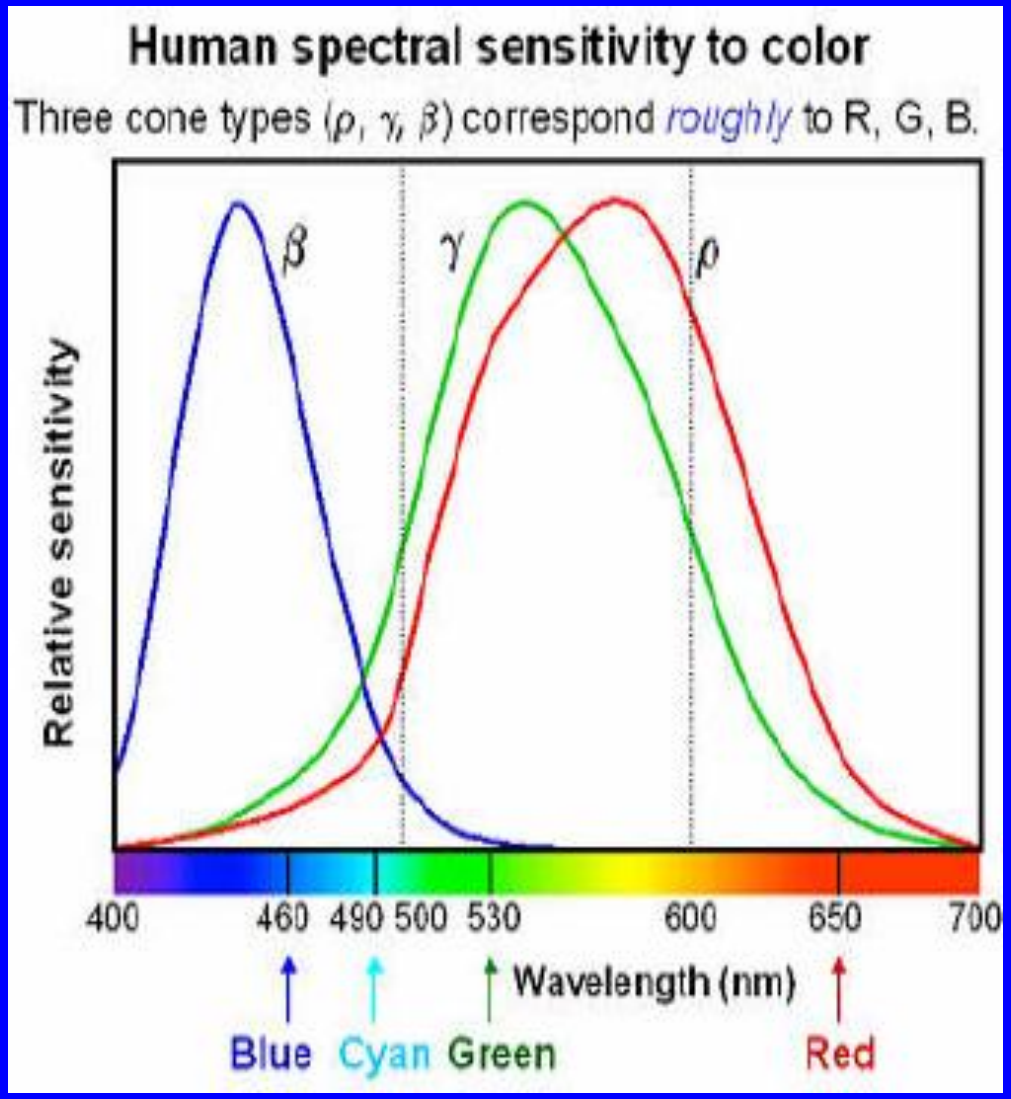
Air Force Cambridge Research Lab.

Janela principal: o espectro visível



Respostas do sistema visual humano à energia refletida no espectro visível





Aquisição de dados: componentes básicos

- Sensor/plataforma

Sistemas de aquisição de dados em SR incluem 2 partes: a plataforma e o sensor.

A plataforma pode ser desde um tripé convencional até satélites e ônibus espaciais

- ✓Serão tratados apenas os satélites orbitais.

Os sensores podem ser desde câmeras convencionais ou radiômetros até escâneres multiespectrais, espectrômetros imageadores ou radares.

Interações da Energia com os alvos

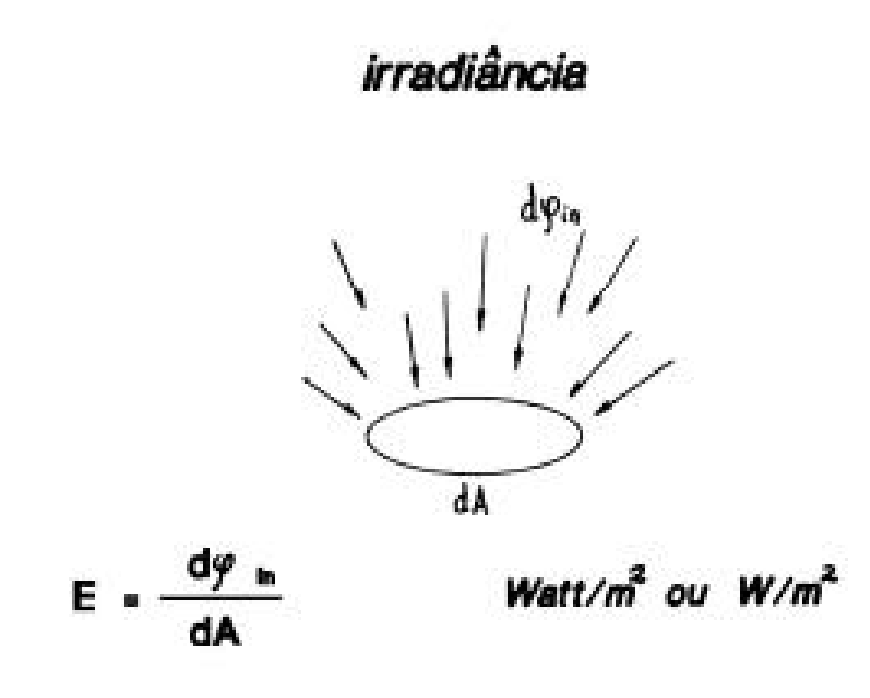
Reflexão // Reflectância // Radiância:

- ✓ está relacionada com a assinatura espectral dos alvos
- ✓ definida como a razão entre o fluxo refletido por uma superfície e o incidente nessa superfície

Fluxo Radiante / Irradiância

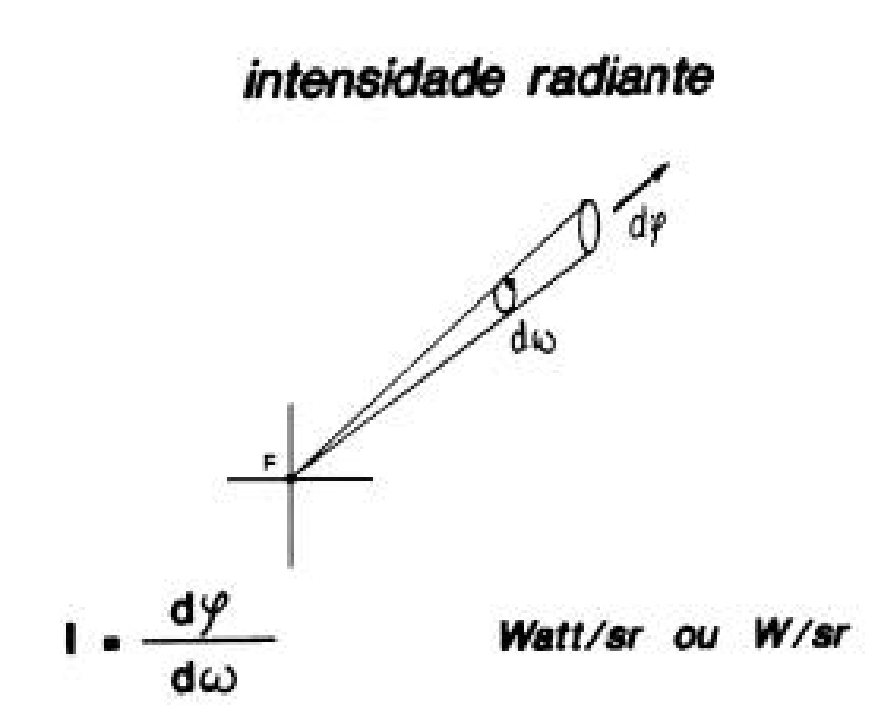
O fluxo radiante é definido como a taxa de transferência de energia radiante por unidade de tempo

A irradiância é entendida como o fluxo radiante incidente por unidade de área, numa dada direção, com relação à normal



Intensidade Radiante

O fluxo irradiado de uma fonte pontual, por unidade de ângulo sólido, numa dada direção, define a intensidade radiante, cuja unidade é Watt/sterradiano

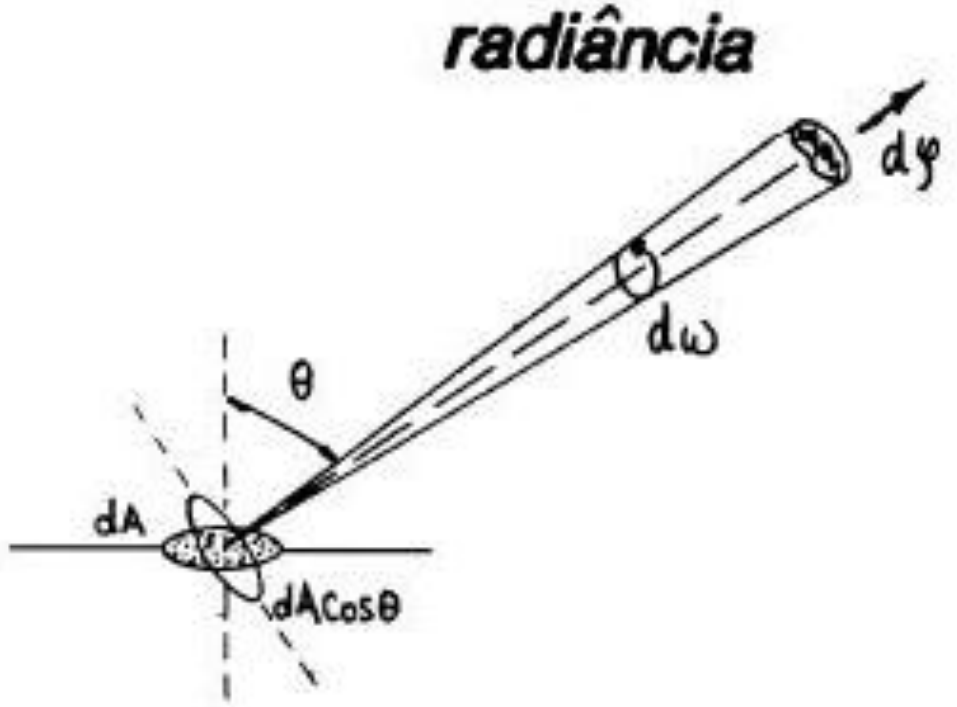


Radiância

- ✓ Na determinação das propriedades radiométricas da superfície é necessário utilizar uma grandeza que defina a intensidade radiante em cada ponto

- ✓ Desta necessidade surge o conceito de radiância, ou seja, é a intensidade radiante proveniente de uma fonte extensa, em uma dada direção por unidade de área perpendicular a esta direção

Radiância



$$L = \frac{d^2\varphi}{dA.\cos\theta.d\omega} \qquad W/sr.m^2$$

Fatores que interferem nas medidas do comportamento espectral dos alvos

A) Método de aquisição dos dados

B) Geometria da aquisição dos dados

C) Parâmetros atmosféricos

D) Parâmetros relativos ao alvo

Método de aquisição de dados

Influência significativa na reflectância do alvo

interferência de fatores ambientais

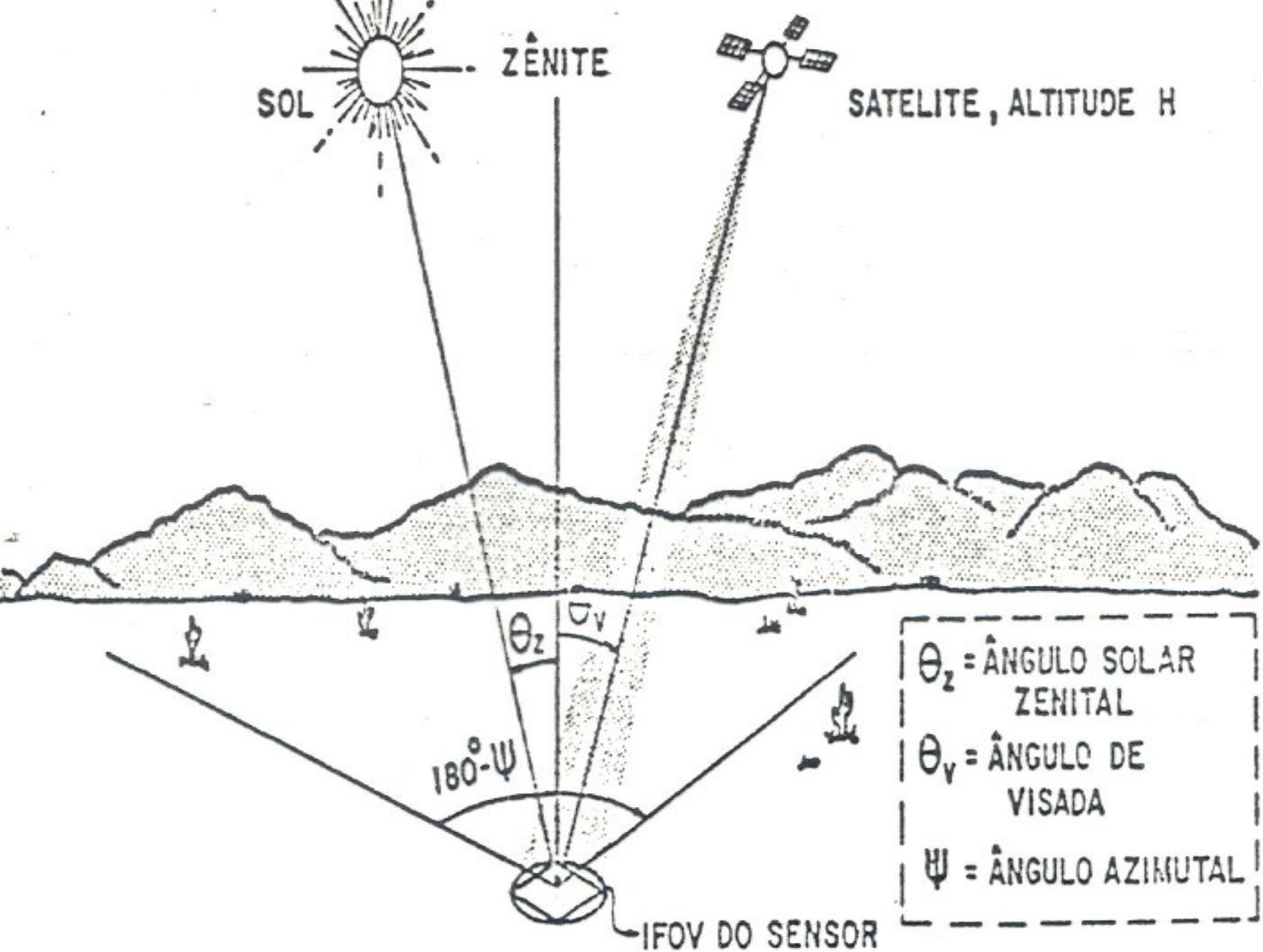
objetos adjacentes

atmosféricos

níveis: aeronave e orbital

Geometria da aquisição de dados

VARIÁVEL	EFEITO SOBRE AS MEDIDAS DE REFLECTÂNCIA
θ_Z	**aumento de θ_Z** - diminuição da porcentagem de energia refletida pela superfície.
θ_V	**aumento de θ_V** - redução do contraste entre os alvos.
ângulo azimutal do sol e do sensor	altera a distribuição de energia na superfície do alvo no caso de culturas plantadas em linha e de falhamentos geológicos.
altitude do sensor	**aumento de H** - aumento da interferência da radiância da atmosfera na medida da reflectância do alvo.


ZÊNITE
SOL
SATELITE, ALTITUDE H
θ_z
θ_v
$180^\circ - \psi$
IFOV DO SENSOR
θ_z = ÂNGULO SOLAR ZENITAL
θ_v = ÂNGULO DE VISADA
ψ = ÂNGULO AZIMUTAL

Agenda 1 : Sensoriamento Remoto x Uso do Solo x Transportes

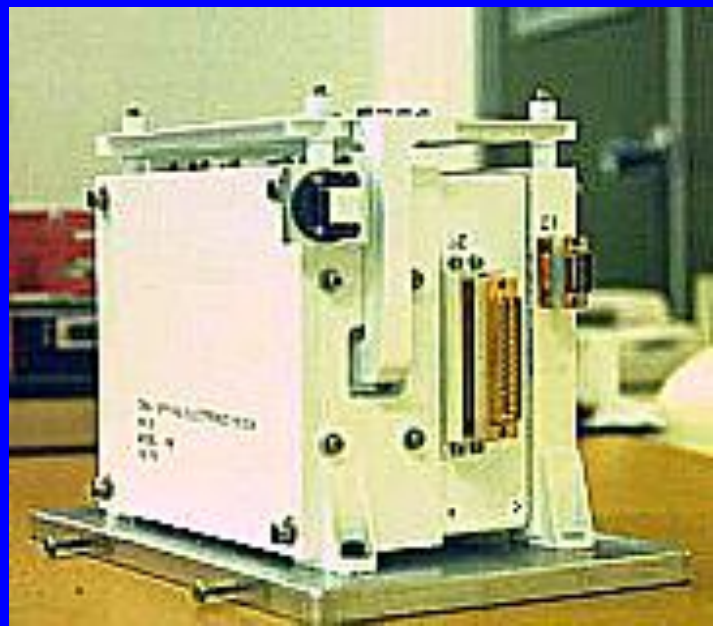
- ✓ Introdução e justificativa
- ✓ Objetivos da disciplina
- ✓ Conceitos
- ✓ **Sistemas Sensores**
- ✓ Tipos de Resoluções
- ✓ Processamento digital de imagens

Sistemas Sensores

- Dispositivos capazes de detectar a REM em determinada faixa do EE

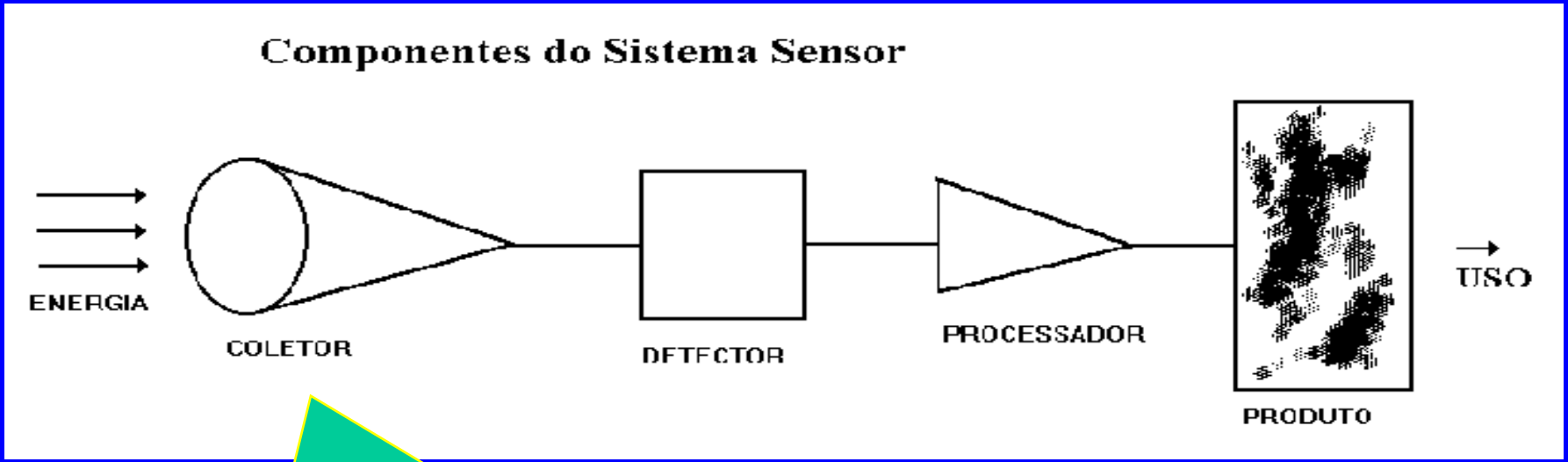
- Gerar informações passíveis de interpretação
  - ✓ Permitem associar a distribuição da radiância (ou emitância) com as propriedades: físicas, químicas, biológicas ou geométricas dos objetos

- Formato dos produtos
  - ✓ Imagens
  - ✓ Gráfica (tabela)



Sistemas Orbitais

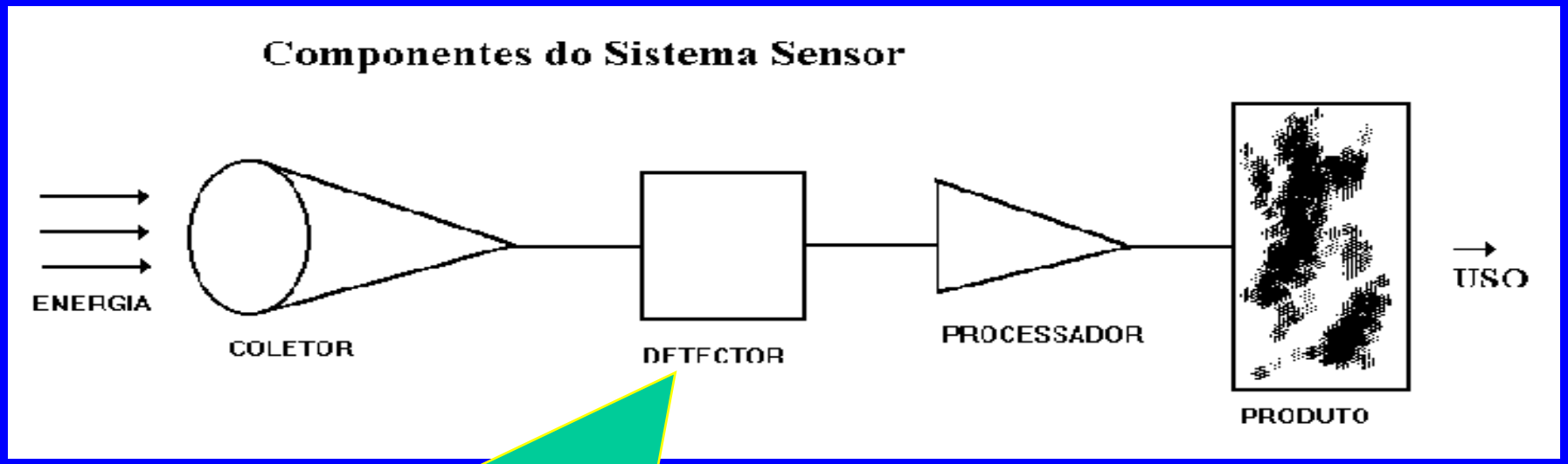
Componentes do sistema (1)



Coletor: recebe a energia p/ uma lente, espelho, antena etc

Sistemas Orbitais

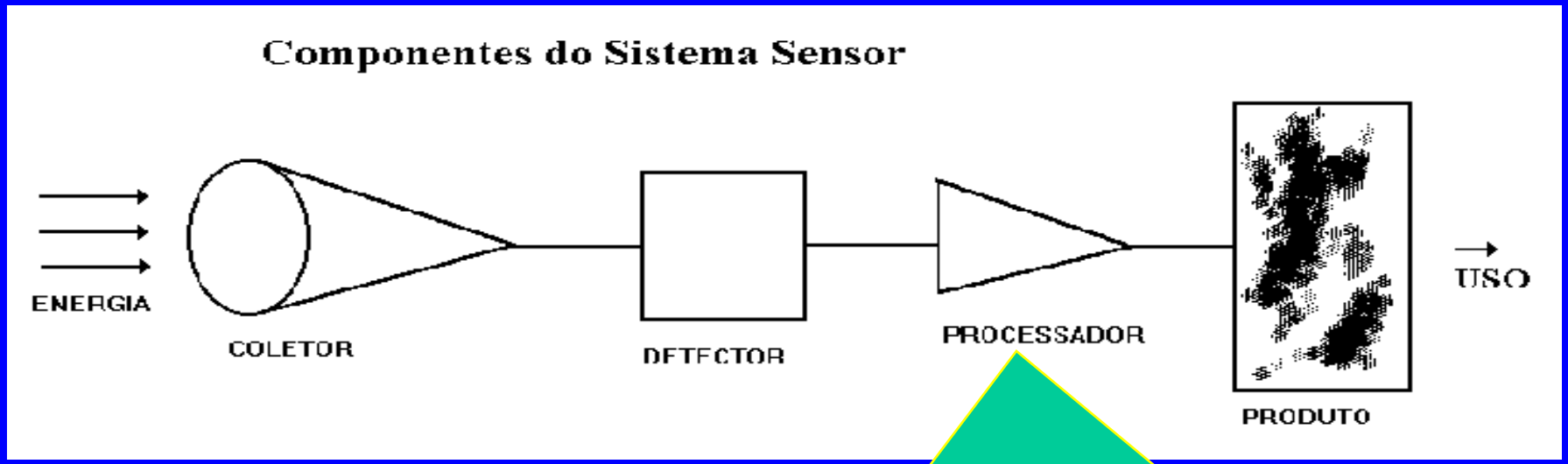
Componentes do sistema (2)



Detector: capta a energia coletada de uma determinada faixa do espectro.

Sistemas Orbitais

Componentes do sistema (3)



Processador: o sinal registrado é submetido a um processamento para obtenção do produto

Sistemas Sensores: Detectores

Os mais importantes são os **CCDs**, Charge- Coupled-Detectors (o "D " de “Device” é substituído por "Detector")

Um CCD é um (micro)detector de silício extremamente pequeno e sensível a radiação eletromagnética e que são colocados em chips

Sistemas Sensores: Detectores

O espaço de uma linha de 15cm é ocupado por um número de elementos que varia de 3.000 a mais de 10.000

O número de elementos por unidade de comprimento, a altitude da plataforma e a parte óptica determinam a resolução espacial do equipamento

Cada CCD individual corresponde a um “pixel”

Agenda 2:
Sistemas Sensores

Podem ser classificados quanto a:

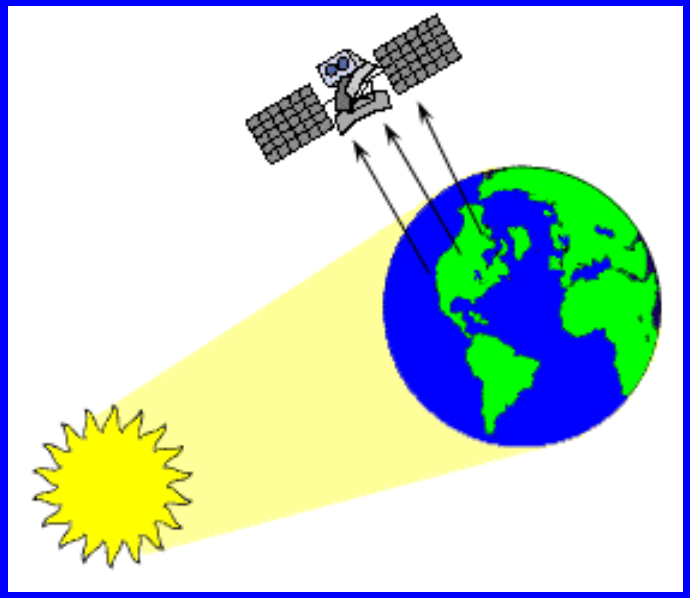
- ✓Fonte de radiação (energia)
- ✓Princípio de funcionamento
- ✓Tipo de produto

Sistemas Sensores

- Com relação à fonte de energia eletromagnética, os sistemas sensores podem ser:
  - ✓ passivos: radiação solar
    - ❖ http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/sensorpassivo.htm
  - ✓ ativos: radar, laser
    - ❖ http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/sensorativo.htm

- A escolha depende de:
  - ✓ interesse da pesquisa
  - ✓ precisão requerida
  - ✓ custos envolvidos

Sistemas Sensores



Classificação quanto a fonte de radiação (energia)

- Sensores Passivos
  - ✓ Detectam a radiação solar refletida ou a emitida pelos objetos da superfície
  - ✓ Sensores óticos: possuem espelhos, prismas e lentes em sua configuração
  - ✓ Ex. Fotografia, LANDSAT, SPOT

Sistemas Sensores e Regiões do E.E. (1)

- Região de ENERGIA REFLETIDA
  - ✓ Entre 0,38 μm e 3,00 μm
  - ✓ Porque a energia que os sensores detectam nessa região é basicamente originada da reflexão da energia solar

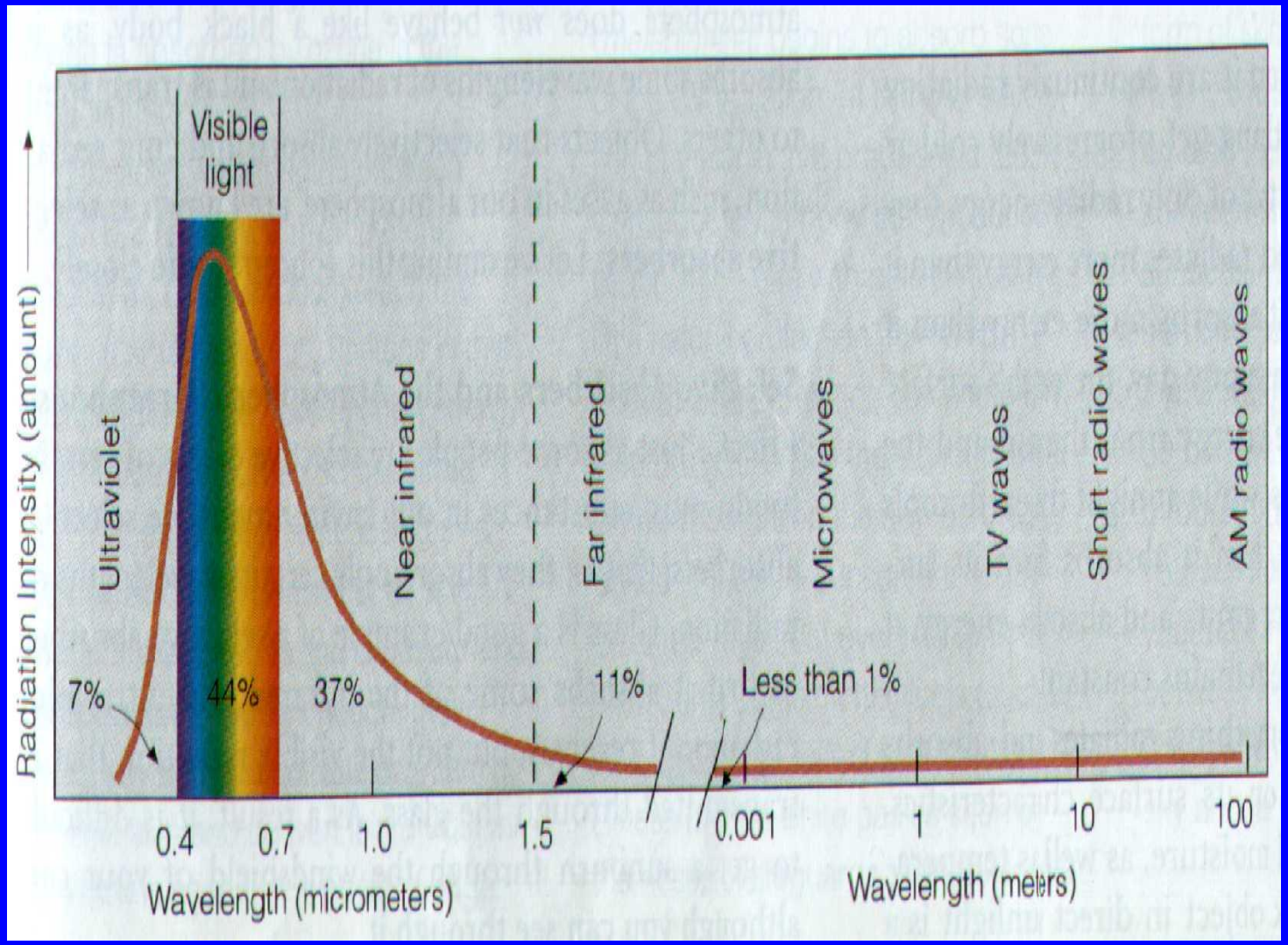
- Região VISÍVEL
  - ✓ O máximo de energia disponível encontra-se na faixa de 0,38 μm a 0,72 μm
  - ✓ O sol emite cerca de 44% de sua radiação nesta janela

Sistemas Sensores e Regiões do E.E. (2)

- Região de INFRAVERMELHO (IR) Próximo
  - ✓ Entre 0,72 μm e 1,3 μm

- Região IR Médio e Distante
  - ✓ Ondas Curtas: entre 1,3 μm e 3,0 μm
  - ✓ Distante: sensores termais operam entre 7 μm e 15 μm

Energia contida nos diversos comprimentos de onda do E.E.

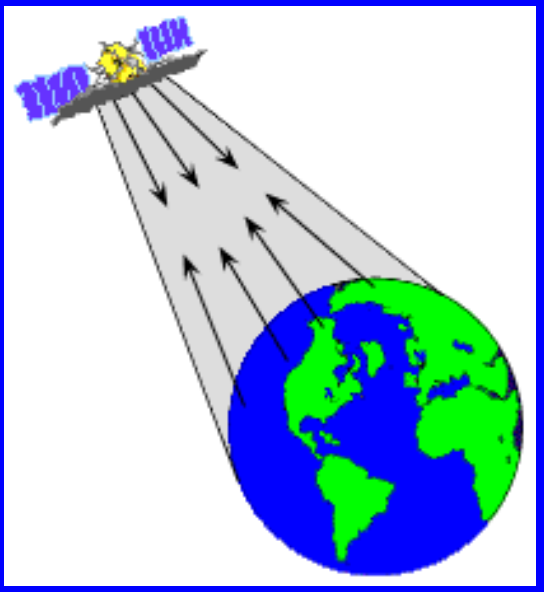


Agenda 2:
Sistemas Sensores

Podem ser classificados quanto a:

- ✓Fonte de radiação (energia)
  - ❖Sensores Ativos
- ✓Princípio de funcionamento
- ✓Tipo de produto

Sistemas Sensores



Classificação quanto a fonte de radiação (energia)

- Sensores Ativos
  - Produzem a sua própria radiação
  - Ex. LADAR (Laser Detection and Ranging), LASER (Light Amplification by Stimulated Emission od Radiation)

Agenda 2:
Sistemas Sensores

Podem ser classificados quanto a:

- ✓Fonte de radiação (energia)
- ✓Princípio de funcionamento
- ✓Tipo de produto

Sistemas Sensores

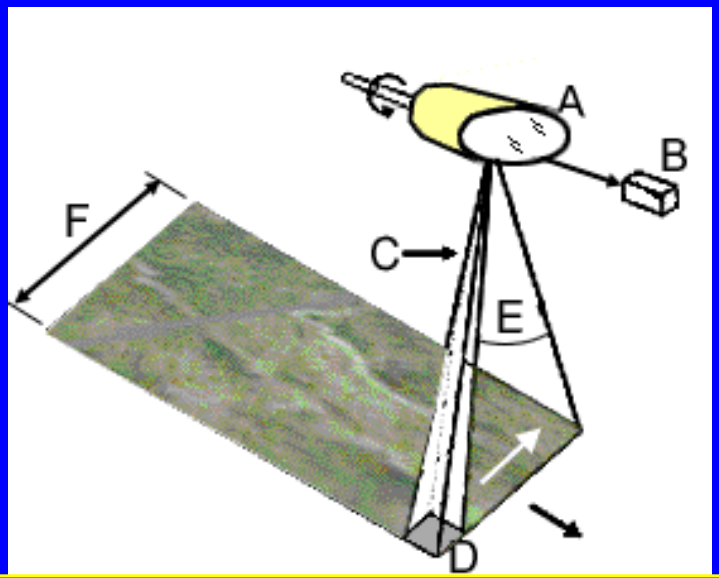
Classificação quanto ao princípio de funcionamento

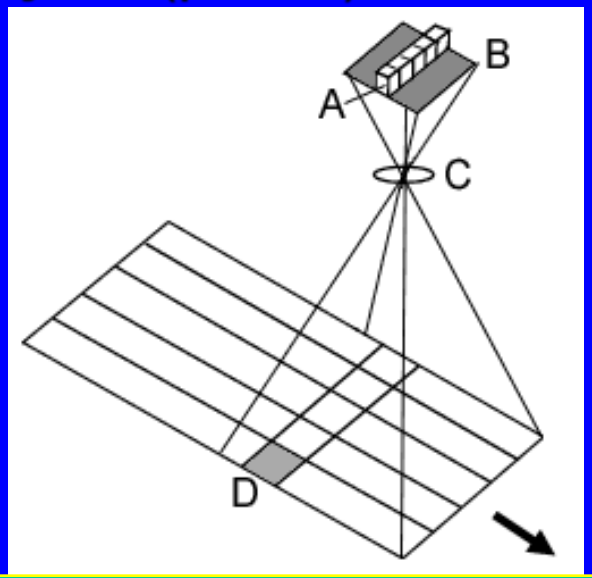
- ✓ Sistemas de Varredura (scanning systems)
- ✓ Sistemas de Não-varredura ou sistema fotográfico (non scanning) / (framing systems)

Sistemas Sensores

Classificação quanto ao princípio de funcionamento

- Sistemas de Varredura (scanning systems)
  - A imagem da cena é formada pela aquisição seqüencial de imagens elementares do terreno ou “elementos de resolução” (pixels)



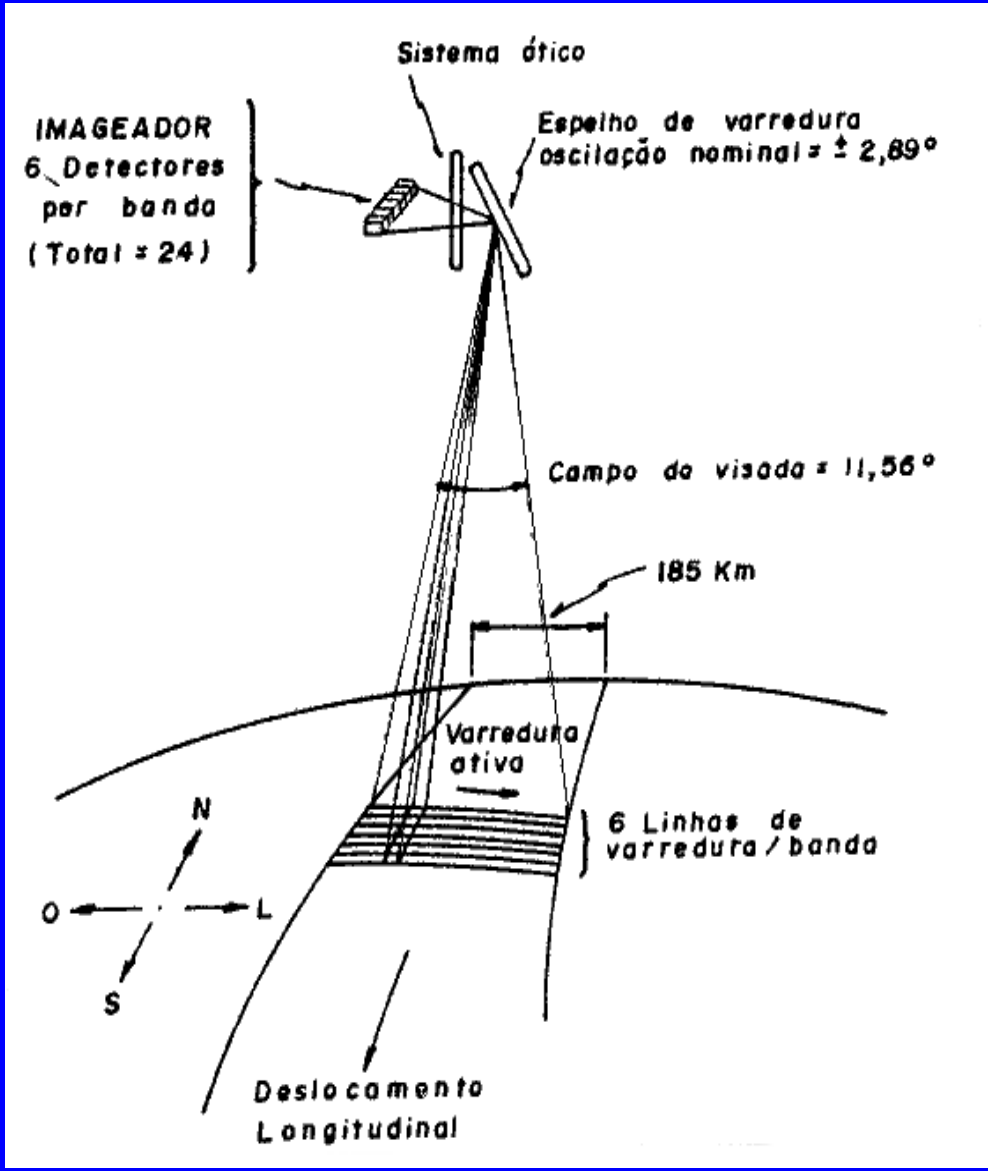


Ex: LANDSAT (TM MSS), SPOT (HRV)

Sistemas Sensores

Sistemas de Varredura

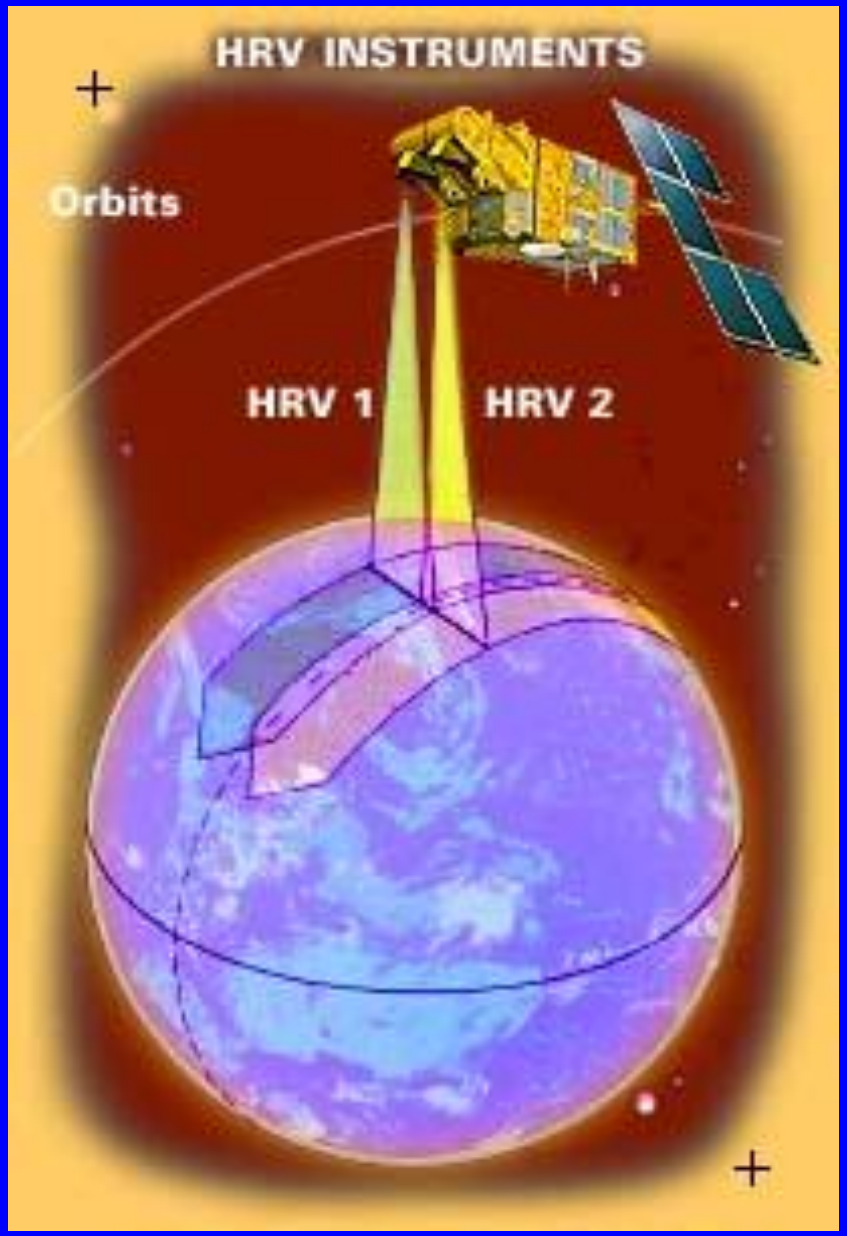
- ✓ Exemplo do sensor MSS (Sistema de Varredura Multiespectral) da plataforma LANDSAT (Satélite de Superfície Terrestre)



Sistemas Sensores

Sistemas de Varredura

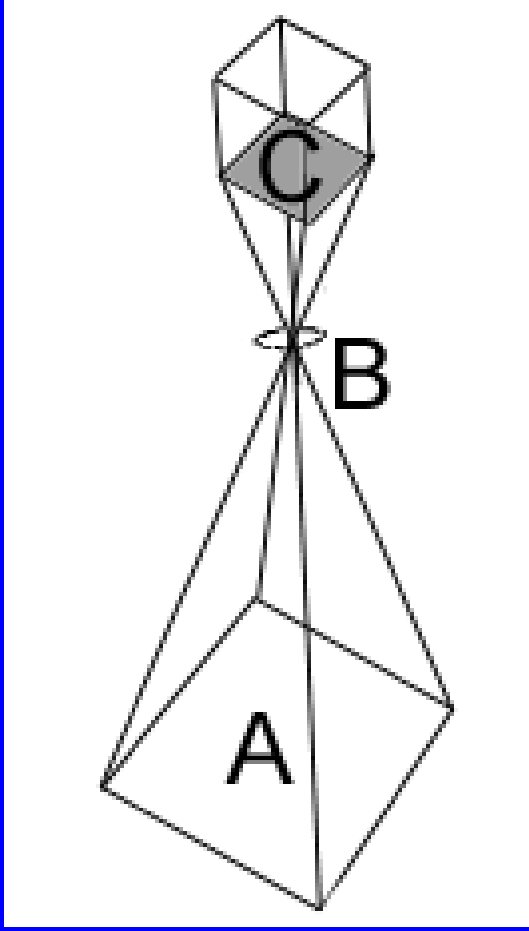
- ✓ Exemplo do SPOT (Sistema Experimental de Observação da Terra)
- ✓ 2 sensores
  - ❖ HRV 1 (Sensor de Alta Resolução no Visível) e HRV 2
  - ❖ independentes
  - ❖ Faixa de varredura: 60 km X 2 = 120 km



Sistemas Sensores

Classificação quanto ao princípio de funcionamento

- Sistemas de Não-varredura (non scanning) ou Sistema fotográfico (framing systems)
  - Registram a REM refletida de uma área em sua totalidade e num mesmo instante



Agenda 2:
Sistemas Sensores

Podem ser classificados quanto a:

- ✓Fonte de radiação (energia)
- ✓Princípio de funcionamento
- ✓Tipo de produto

Sistemas Sensores

Classificação quanto ao tipo de produto

- Imageadores
  - ✓ Produto = imagem bidimensional da radiância ou emitância do terreno
  - ✓ Apto a produzir informações espaciais
  - ❖ http://www.sat.cnpm.embrapa.br/#

- Não-imageadores
  - ✓ Produto = dados ou gráficos
  - ✓ Permitem medir a intensidade da energia proveniente de um objeto de estudo, sem produzir uma imagem do terreno
  - ✓ Ex. Sondas Atmosféricas (perfis verticais de sua composição)

Aquisição de dados: componentes básicos

- Sensor/plataforma

Sistemas de aquisição de dados em SR incluem 2 partes: a plataforma e o sensor.

A plataforma pode ser desde um tripé convencional até satélites e ônibus espaciais

✓Trataremos apenas dos satélites orbitais.

Os sensores podem ser desde câmeras convencionais ou radiômetros até escâneres multiespectrais, espectrômetros imageadores ou radares.

Sistemas Sensores

Classificação de sistemas sensores (exemplos)

Fonte de Radiação

Princípio de Funcionamento

Tipo de Produto

PASSIVOS

Varredura – Forma imagem

- ✓Câmera de TV
- ✓Scanner Sólido (CCD)
- ✓Elétro-óptico-mecânico *(LANDSAT)
- ✓Radiômetro de Microondas

Não-Varredura - Não forma imagem

- ✓Radiômetro de Microondas
- ✓Sensor Magnético
- ✓Espectrorradiômetro
- ✓Thermopoint
- ✓Sensor quântico

Sistemas Sensores

Classificação de sistemas sensores (exemplos)

Fonte de Radiação

Princípio de Funcionamento

Tipo de Produto

PASSIVOS (cont.)

Não-Varredura - Forma imagem

- ✓Câmeras Fotográficas
  - Monocromáticas
  - Colorida Normal
  - Infravermelha
  - Infravermelha colorida

Sistemas Sensores

Classificação de sistemas sensores (exemplos)

Fonte de Radiação

Princípio de funcionamento

Tipo de Produto

ATIVOS

Varredura

- ✓ Radar de Abertura Real (RAR)
- ✓ Radar de Abertura Sintética (SAR)

Não-Varredura

- ✓ Altímetro de Microondas
- ✓ Laser Medidor de Distância
- ✓ Radiômetro de Microonda

Agenda 1 : Sensoriamento Remoto x Uso do Solo x Transportes

- ✓ Introdução e justificativa
- ✓ Objetivos da disciplina
- ✓ Conceitos
- ✓ Sistemas Sensores
- ✓ **Tipos de Resoluções**
- ✓ Processamento digital de imagens

SR como Sistema de Aquisição de Informações

Dois gandes subsistemas:

- ✓ **Aquisição de Dados** (detecção e <u>registro</u>)
- ✓ **Análise ou Produção de Informações** (tratamento e interpretação dos dados obtidos)

Detecção

energia radiante
fonte
alvo
sistema sensor
trajetória

Registro

(requisitos de resolução)
espectral
espacial
radiométrica
temporal

Tipos de Resolução

No processo de conversão e registro dessa energia, ocorre um conjunto de transformações (características intrínsecas):

- Geométricas (Espaciais)
  - ✓ Vão definir a qualidade geométrica da imagem adquirida, em termos de posição e forma do terreno
- **Radiométricas**
  - ✓ Indicam a capacidade do sensor de discriminar objetos na cena, em função das diferenças de energia que refletem ou emitem
- **Espectrais**
  - ✓ Indicam a região do E.E. em que o sensor opera e com que rigor e detalhe ele recupera as propriedades espectrais dos objetos detectados

Agenda 2: Tipos de Resolução

Domínios do sensoriamento remoto (ou Tipos de resolução):

- ✓ **resolução espectral**
- ✓ resolução espacial
- ✓ resolução radiométrica
- ✓ resolução temporal

Tipos de Resolução: Espectral

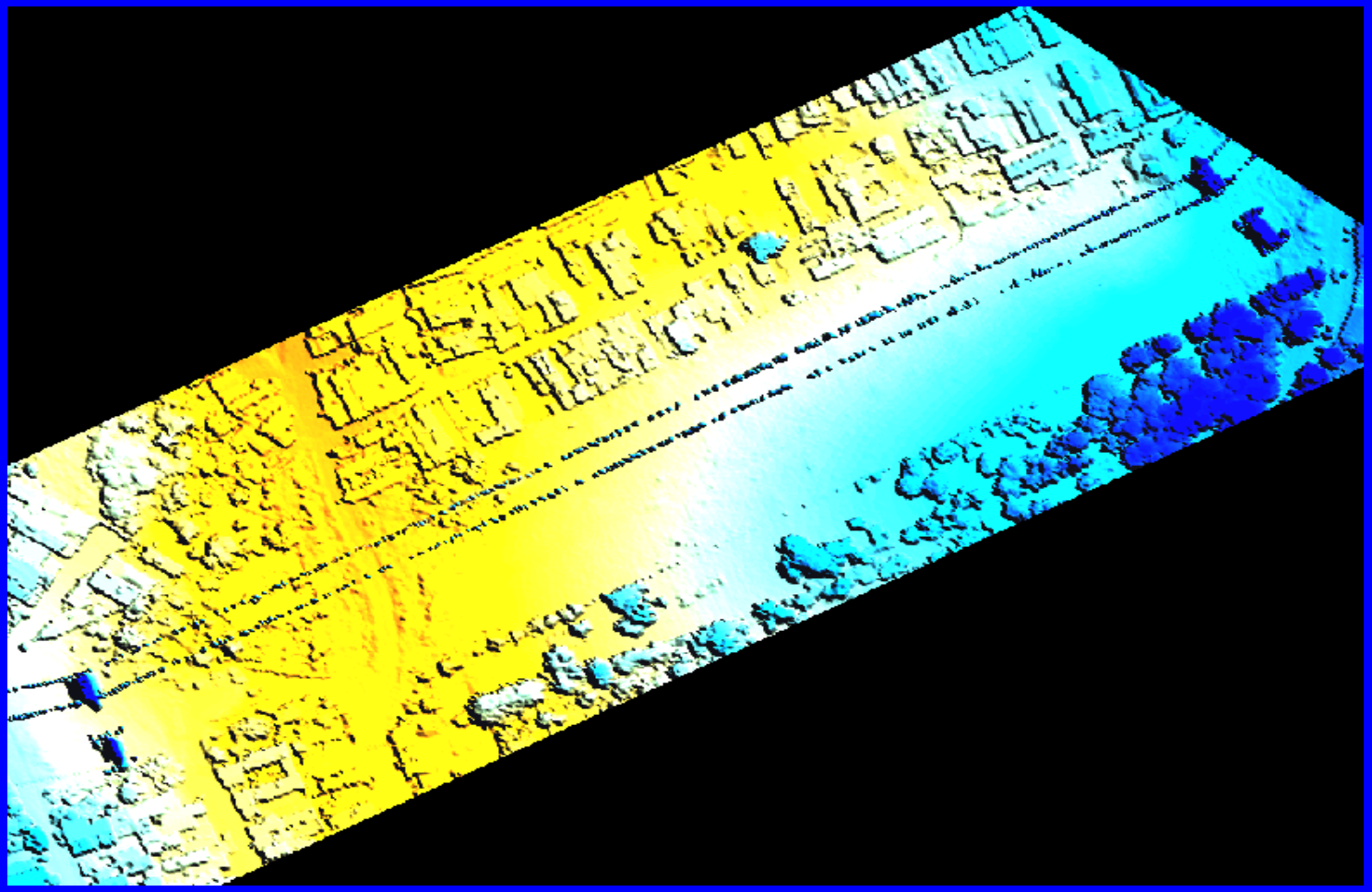
Imagem do Satélite QUICKBIRD

Tipos de Resolução: Espectral

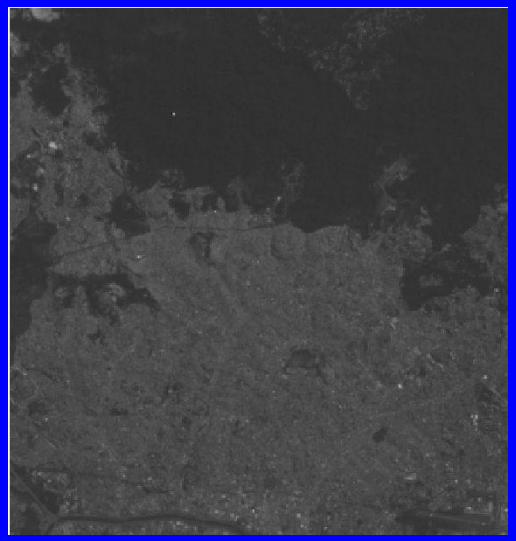
Ortofoto:

Tipos de Resolução: Espectral

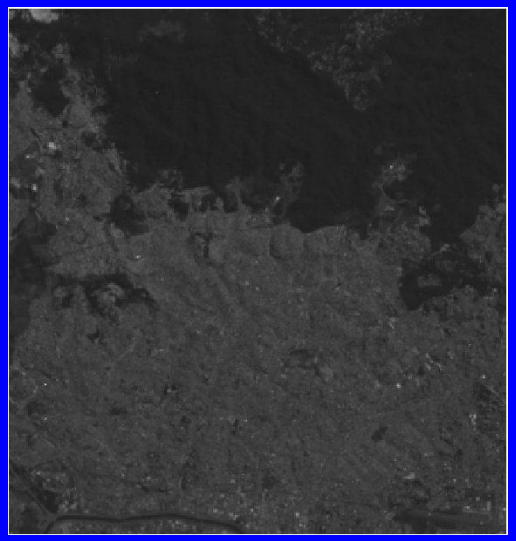
Perfilamento laser:



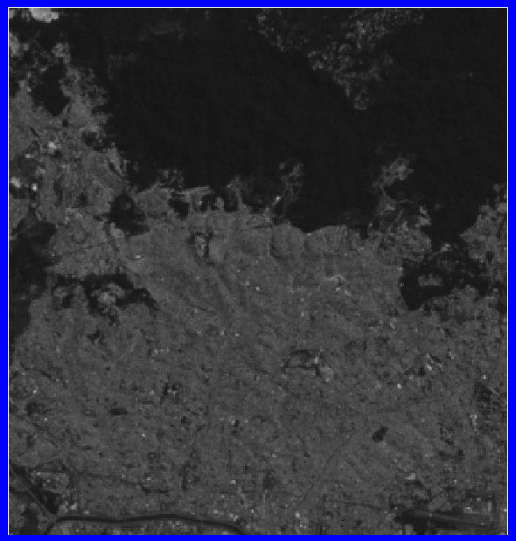
Bandas originais



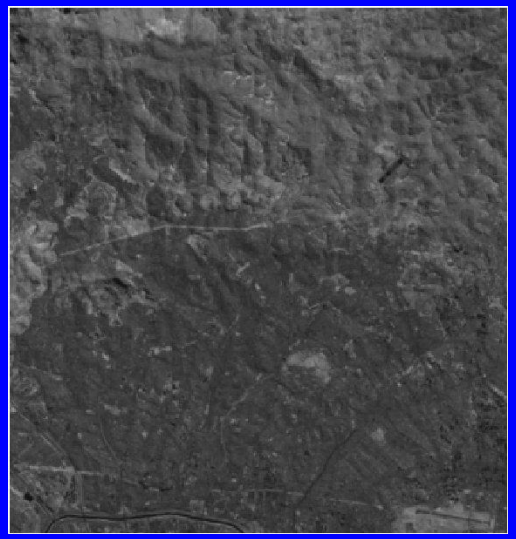
B1



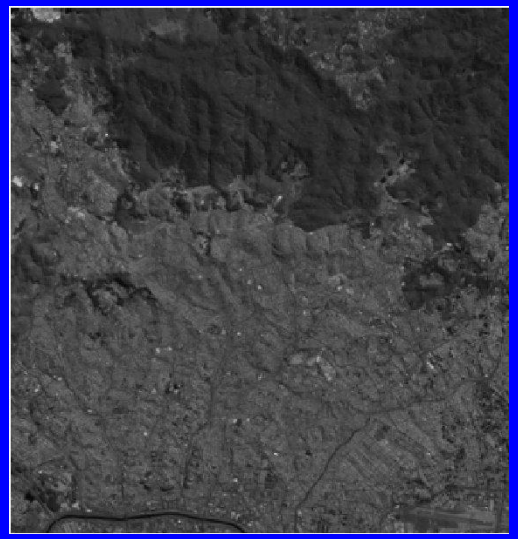
B2



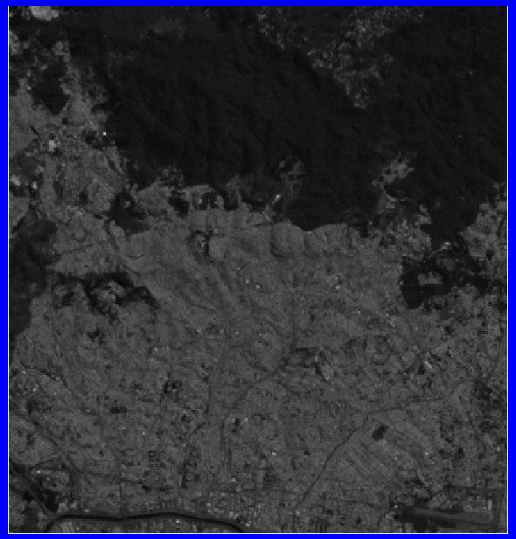
B3



B4

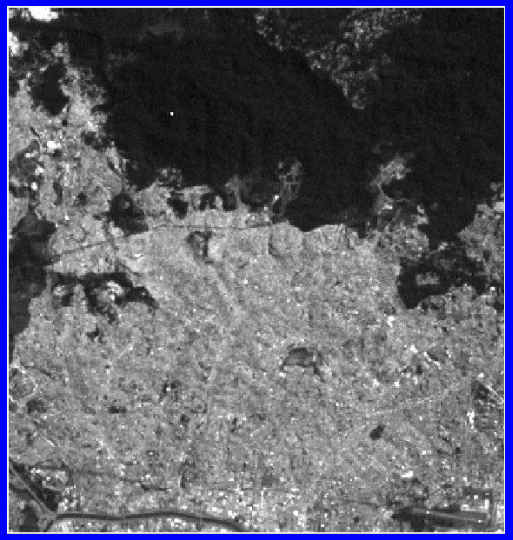


B5



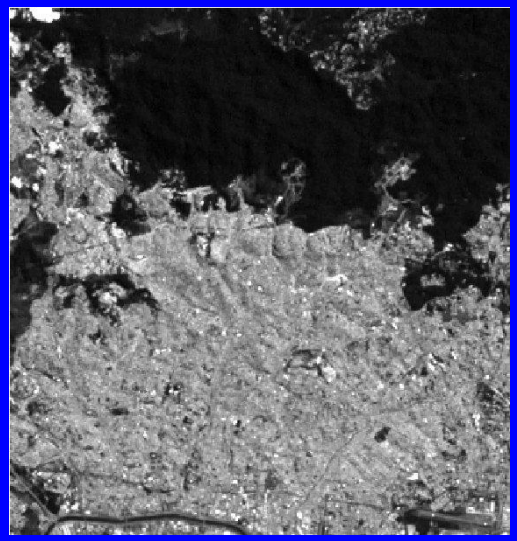
B7

Bandas com realce linear

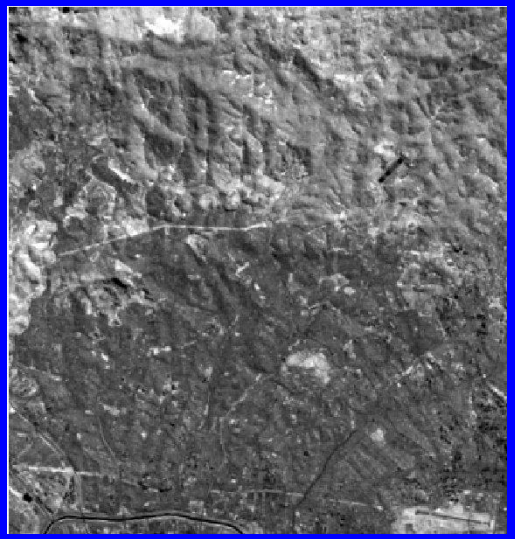


B1

B2

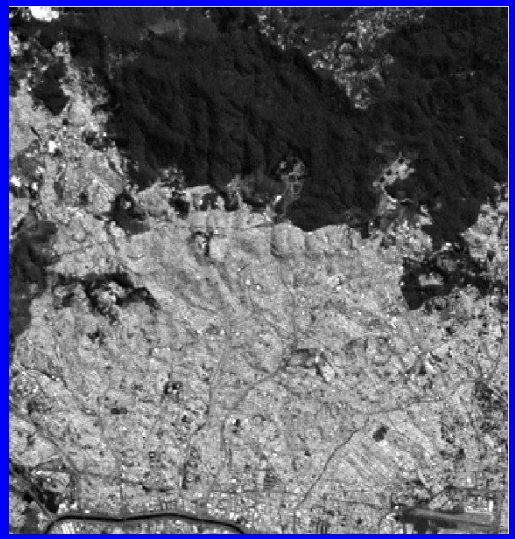


B3



B4

B5



B7

Sensores Multiespectrais (1)

Os primeiros sensores fotográficos eram pancromáticos:

- ✓ Toda a energia proveniente do alvo era integrada em todos os comprimentos de onda de sensibilidade do filme

- ✓ Eram perdidas informações específicas sobre as interações de um objeto com um determinado comprimento de onda

Sensores Multiespectrais (2)

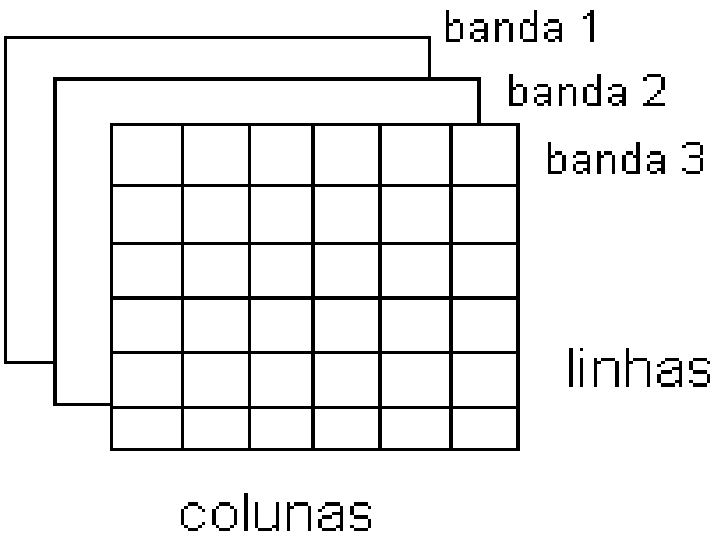
Os primeiros avanços na concepção dos sensores foi permitir que eles pudessem registrar o sinal proveniente de regiões distintas do E.E. simultaneamente

- ✓ Obter imagens simultâneas de uma mesma cena
- ✓ Em várias regiões do E.E.
- ✓ Origem dos Sensores Multiespectrais

  www.space-risks.com/SpaceData/

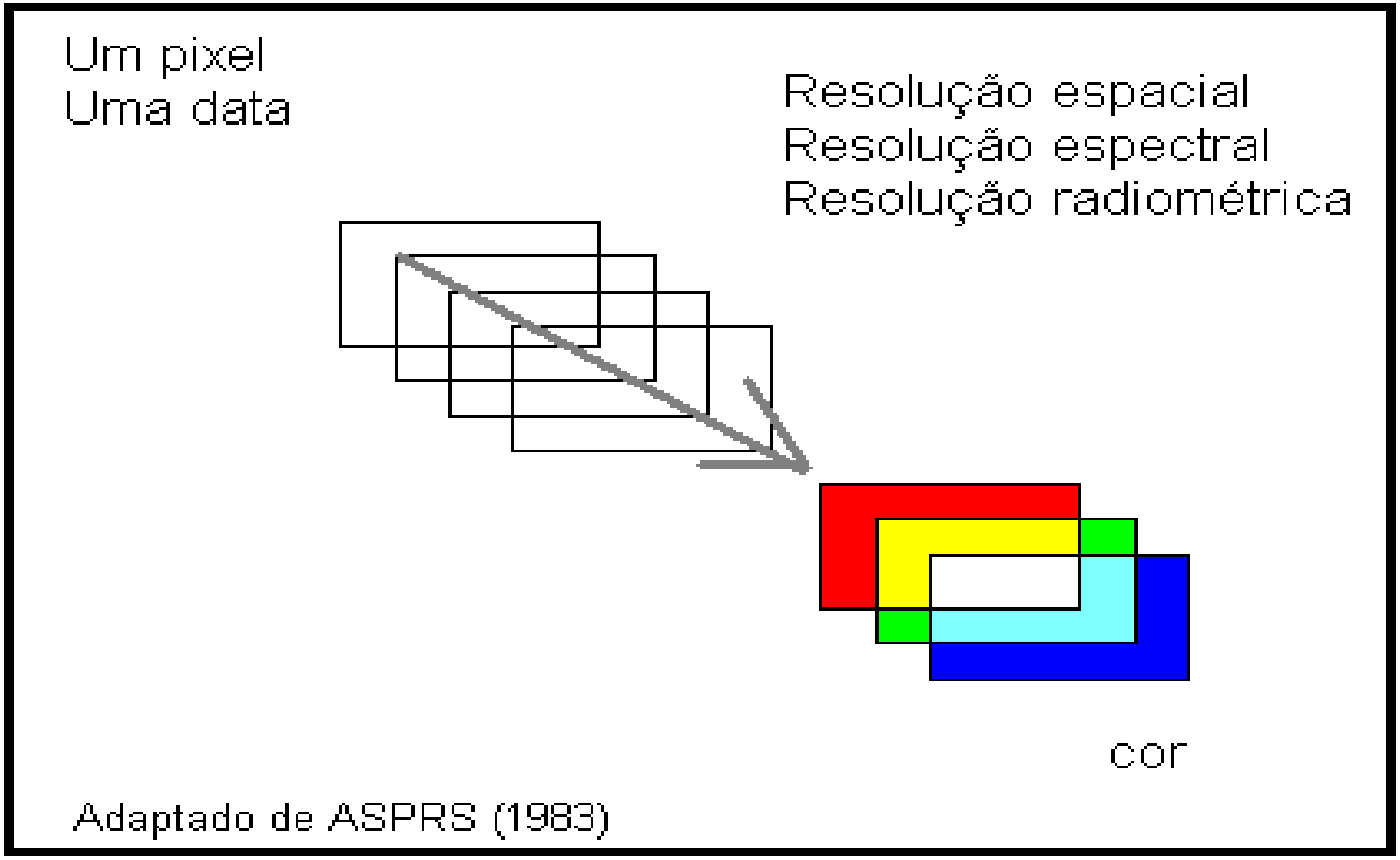
Sensores Multiespectrais (3)

Uma imagem
Uma data



Adaptado de ASPRS (1983)

Sensores Multiespectrais (4)



Sensores Multiespectrais (5)

- Os Sensores Multiespectrais hoje disponíveis representam avanços em relação ao primeiro sensor MSS (Sistema de Varredura Multiespectral) desenvolvido e testado pela Hugues Santa Barbara Research Center em 1970

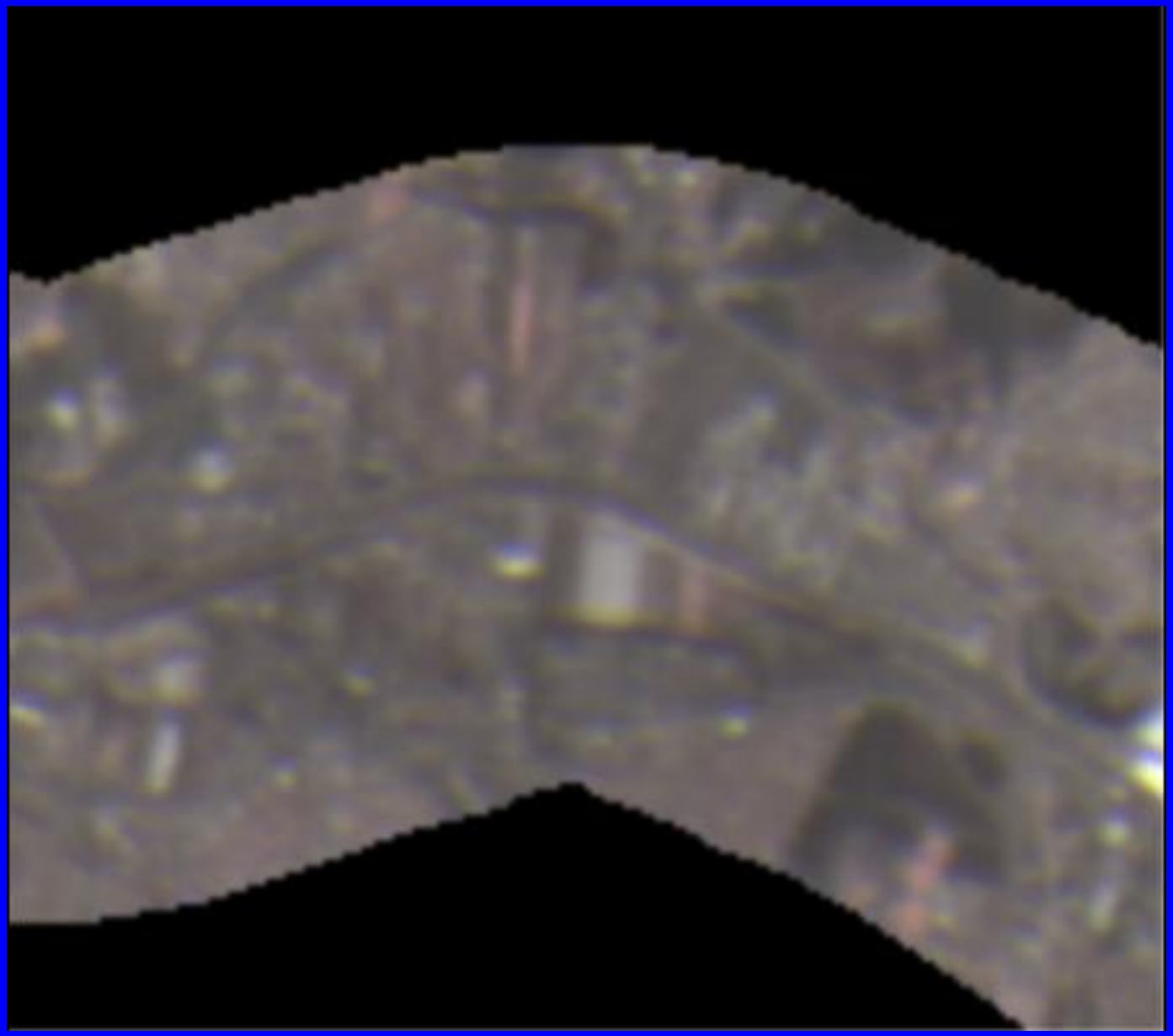
- A maior parte dos programas espaciais em operação e planejados tem como sensor básico os sistemas de imageamento multiespectral, com bandas:
  - ✓ Visível – VIS
  - ✓ IR Próximo – NIR
  - ✓ IR de Ondas Curtas – MWIR
  - ✓ IR Termal - TIR

Agenda 2: Tipos de Resolução

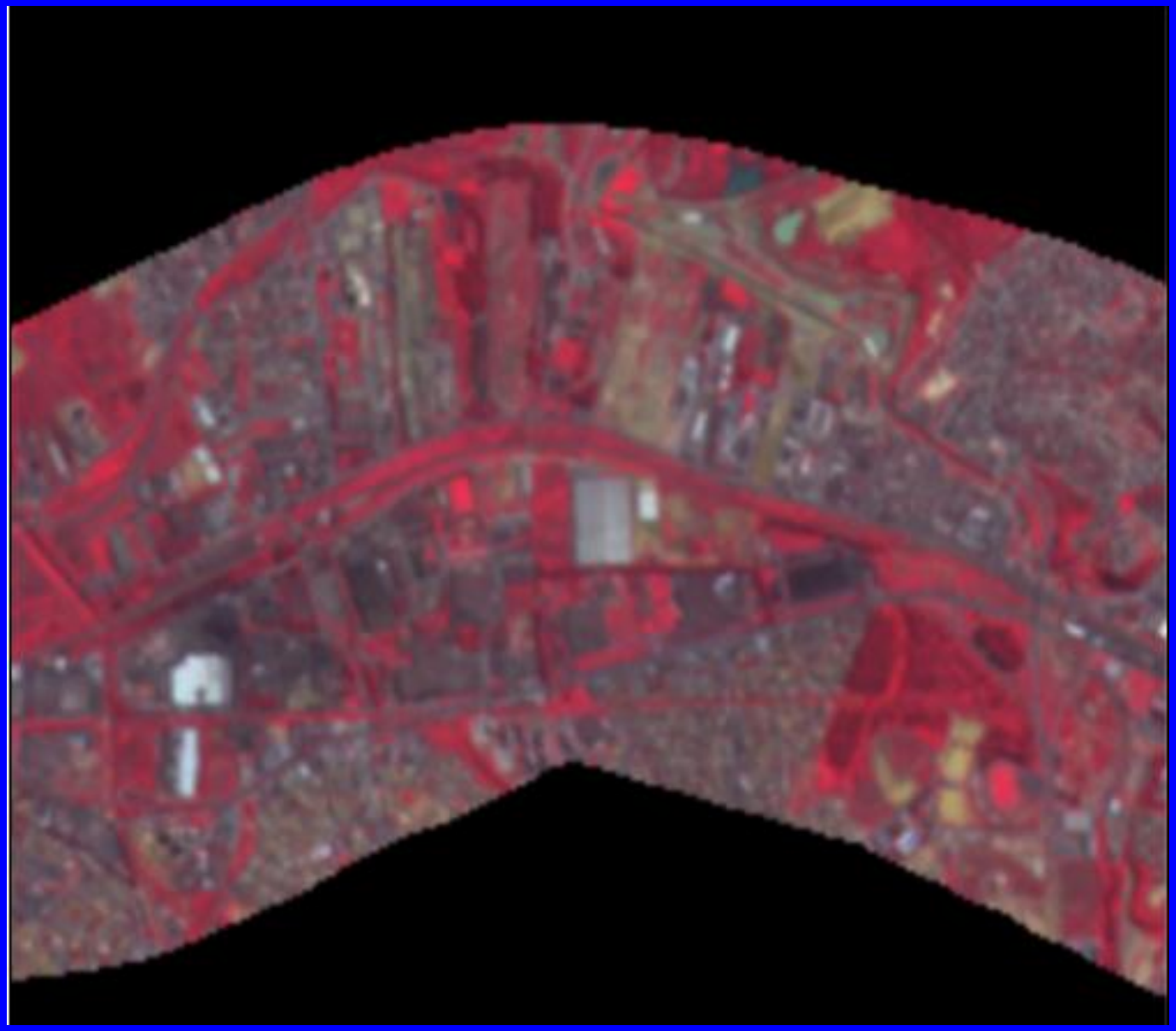
Domínios do sensoriamento remoto (ou Tipos de resolução):

- ✓resolução espectral
- ✓**resolução espacial**
- ✓resolução radiométrica
- ✓resolução temporal

CBERS (2006) – 20m de resolução



Aster (2006) – 15m de resolução



Ikonos (2003) – 1m de resolução

Agenda 2: Tipos de Resolução

Domínios do sensoriamento remoto (ou Tipos de resolução):

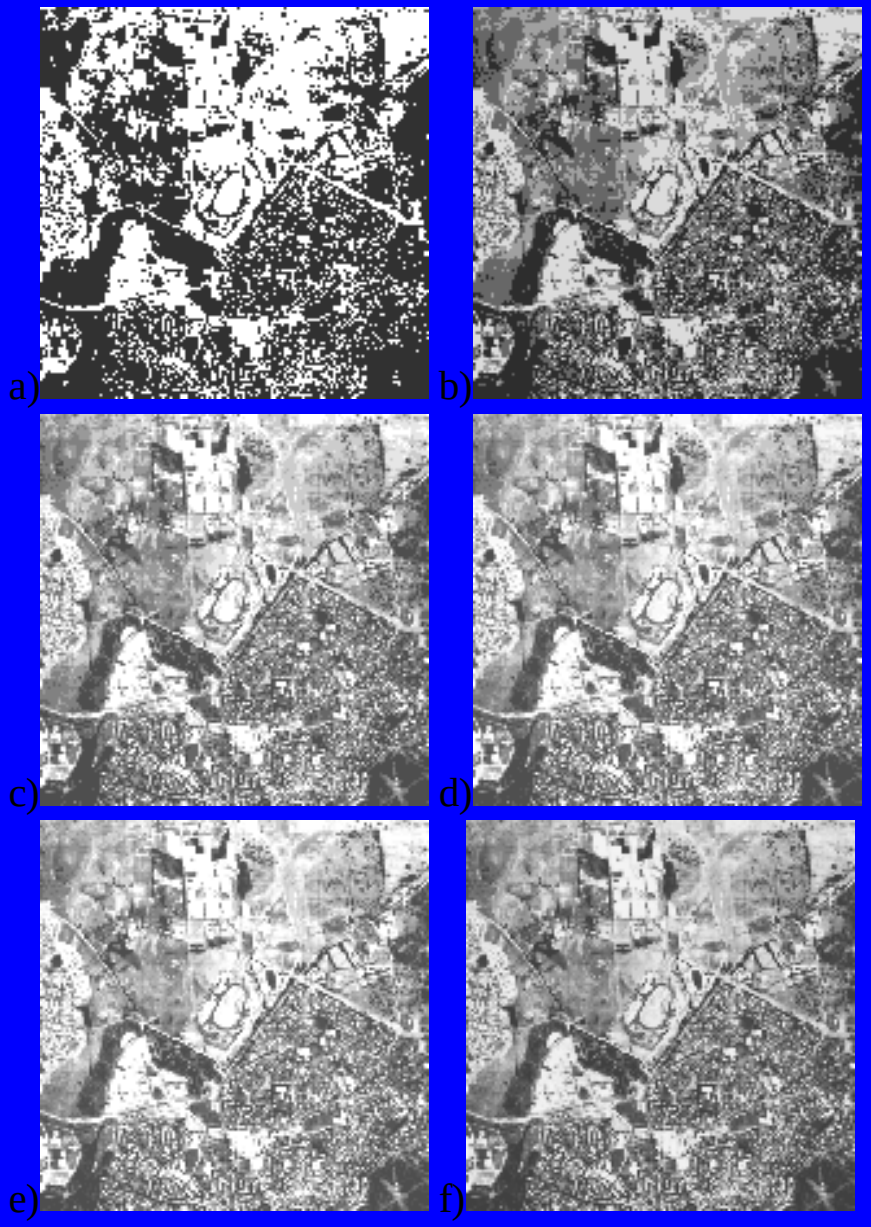
- ✓resolução espectral
- ✓resolução espacial
- ✓**resolução radiométrica**
- ✓resolução temporal

Resolução Radiométrica

$$2^{\text{number of bits}} = \text{number of quantisation levels}$$

Number of bits	Number of quantisation levels	Range of quantisation levels
1	2	0–1
2	4	0–3
3	8	0–7
4	16	0–15
5	32	0–31
6	64	0–63
7	128	0–127
8	256	0–255
9	512	0–511
10	1024	0–1023

Resolução Radiométrica



Efeitos da mudança da resolução radiométrica sobre o contraste das imagens

Número de níveis de quantização:

(a) 2
(b) 4
(c) 8
(d) 16
(e) 32
(f) 64

Agenda 2: Tipos de Resolução

Domínios do sensoriamento remoto (ou Tipos de resolução):

- ✓resolução espectral
- ✓resolução espacial
- ✓resolução radiométrica
- ✓**resolução temporal**

Resolução Temporal

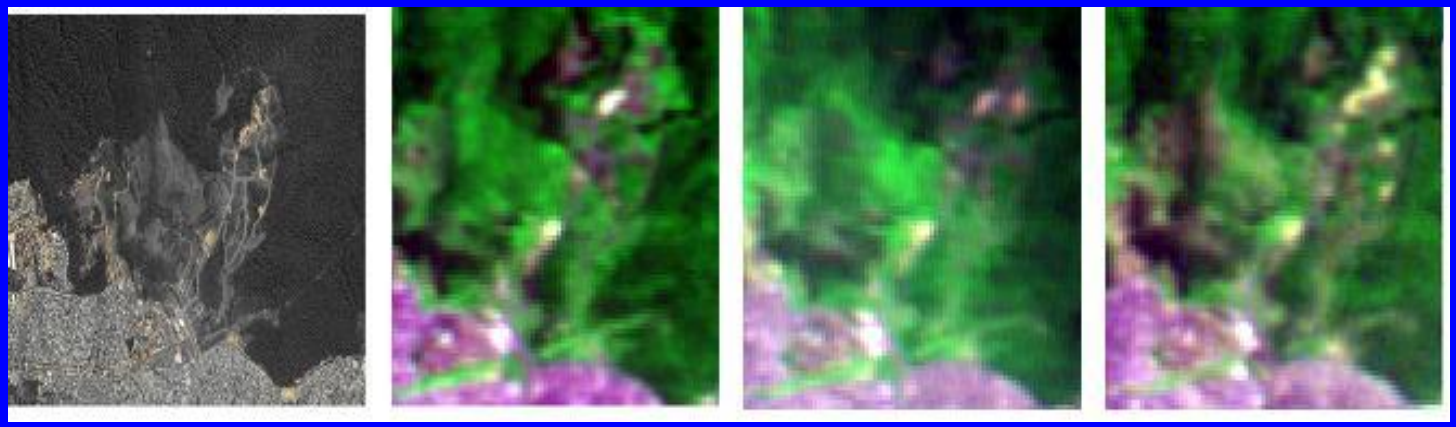


Figure 1: (a) Study area, (b) 2004, (c) 2005, (d) 2007

Tipos de Resolução: tendências

Resolução espectral: cada vez "percebe" mais partes do espectro, em faixas mais estreitas ➔ Hiperespectral

Resolução espacial: cada vez "enxerga" mais detalhes (objetos menores) ➔ alta (?) resolução espacial

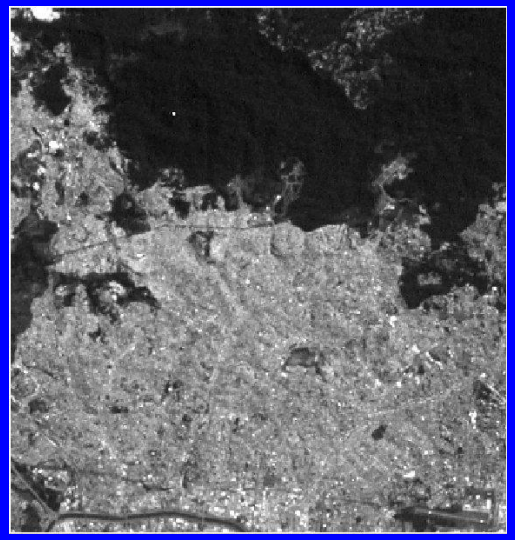
Resolução radiométrica: com maior quantização aumenta a possibilidade de discriminação de detalhes

Resolução temporal: com uma maior constelação de satélites isso possibilita uma maior freqüência de imagens (menor tempo de revisita)

Agenda 1 : Sensoriamento Remoto x Uso do Solo x Transportes

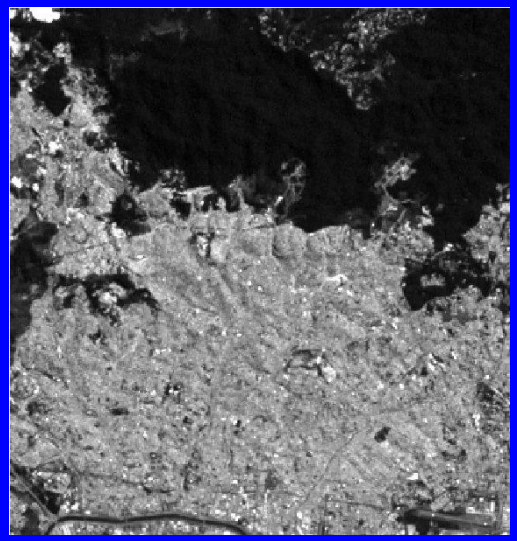
- ✓ Introdução e justificativa
- ✓ Objetivos da disciplina
- ✓ Conceitos
- ✓ Sistemas Sensores
- ✓ Tipos de Resoluções
- ✓ **Processamento digital de imagens**

Bandas com realce linear (Laboratório)

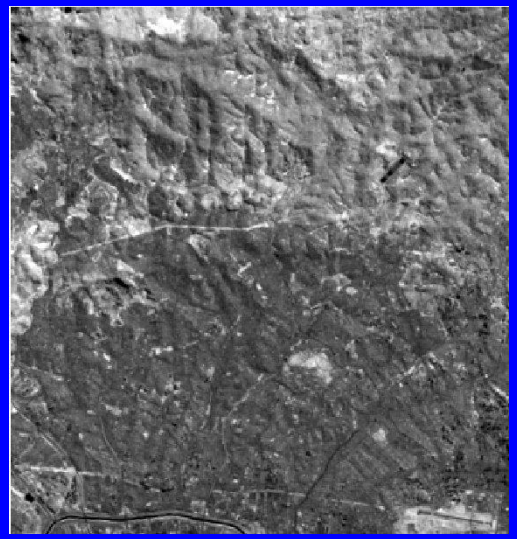


B1

B2

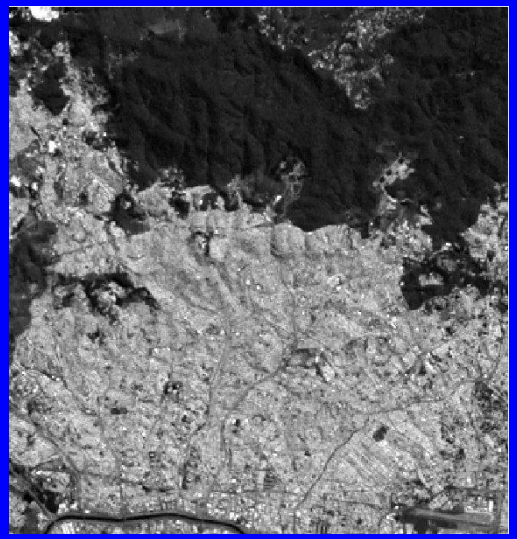


B3



B4

B5



B7

Agenda 2: Processamento de Imagens

- ✓ **Conceitos básicos**
- ✓ Pré-processamento
- ✓ Realce

Processamento de Imagens

Extração de Informações de Imagens

- ✓Interpretação Visual
- ✓Processamento Digital

Processamento Digital de Imagens

Características (importância):

- ✓ Volume de dados
- ✓ Objetividade
- ✓ Velocidade de manipulação
- ✓ Demanda por informação atualizada
- ✓ Melhorar a análise visual e outros processamentos
- ✓ Gerar novos produtos
  - ❖ novas imagens, gráficos e tabelas
- ✓ Registrar a informação espacial em determinado contexto

Processamento Digital de Imagens

Imagem digital

- ✓ Representação bidimensional da energia refletida ou emitida por uma cena
- ✓ Mundo real => discretização (amostragem) => quantização (atribuição de valores inteiros)
- ✓ Pixel x nível de cinza

Processamento Digital de Imagens

Imagem digital

- Função I(x,y), bidimensional, definida numa certa região.

- Região:
  - ✓Subconjunto limitado do plano
  - ✓Valores assumidos pela função são números reais, não negativos
  - ✓➔ função mede energia refletida ou emitida por objetos e captada por um sistema de imageamento

Agenda 2: Processamento de Imagens

- ✓ Conceitos básicos
- ✓ **Pré-processamento**
- ✓ Realce

Pré-processamento de Imagens

- ✓ Corrigir possíveis distorções
- ✓ Melhorar o desempenho de algoritmos a serem utilizados

- ✓ Etapas:
  - ➢ Delimitação da área de estudo
  - ➢ Correção radiométrica e atmosférica
  - ➢ Correção geométrica e registro
  - ➢ Observação da imagem
    - ❖ Histograma

Pré-processamento de Imagens

Delimitação da área de estudo

Pré-processamento de Imagens

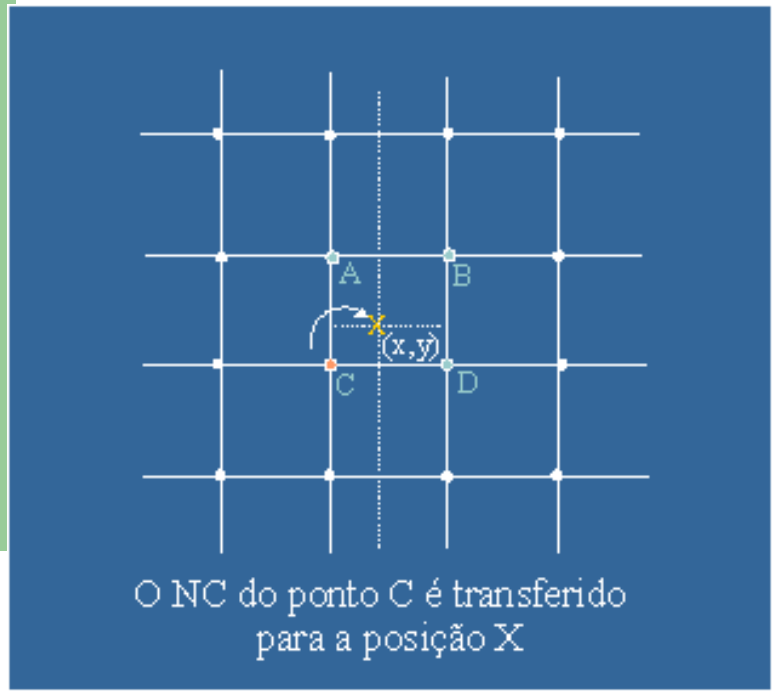
Correções geométricas (Registro)

- Objetivam minimizar distorções geométricas

- Técnicas de correção:
  - ✓ Técnica mais usual: **correção polinomial** => exige muitos **pontos de controle**
    - **Ponto de controle**: **localização bem conhecida, bem distribuídos na imagem**
  - ✓ Métodos mais precisos: modelos matemáticos com dados de telemetria, altitude e conhecimento do sistemas de imageamento

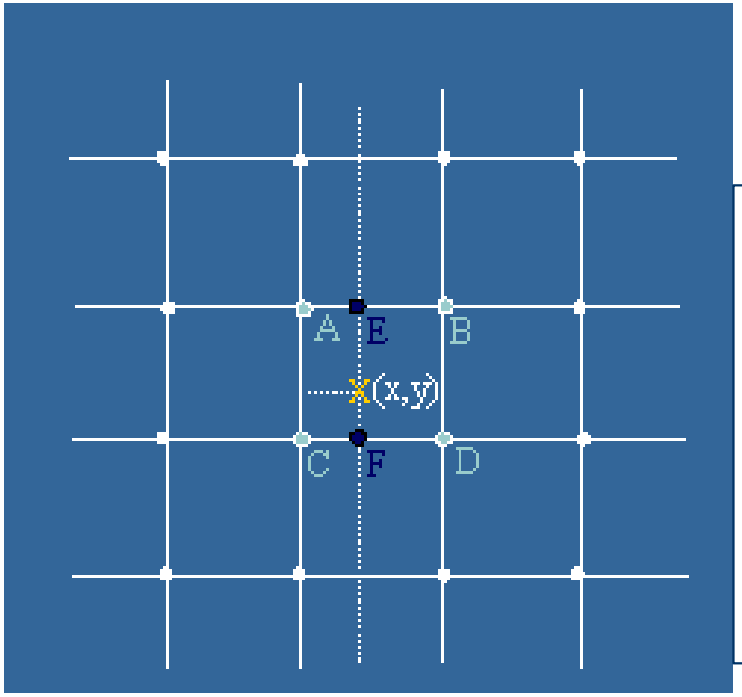
- Cálculo dos níveis de cinza: reamostragem
  - Vizinho mais próximo
  - Bilinear (4 pixels vizinhos)
  - Convolução cúbica (16 pixels vizinhos)

Interpolação VMP



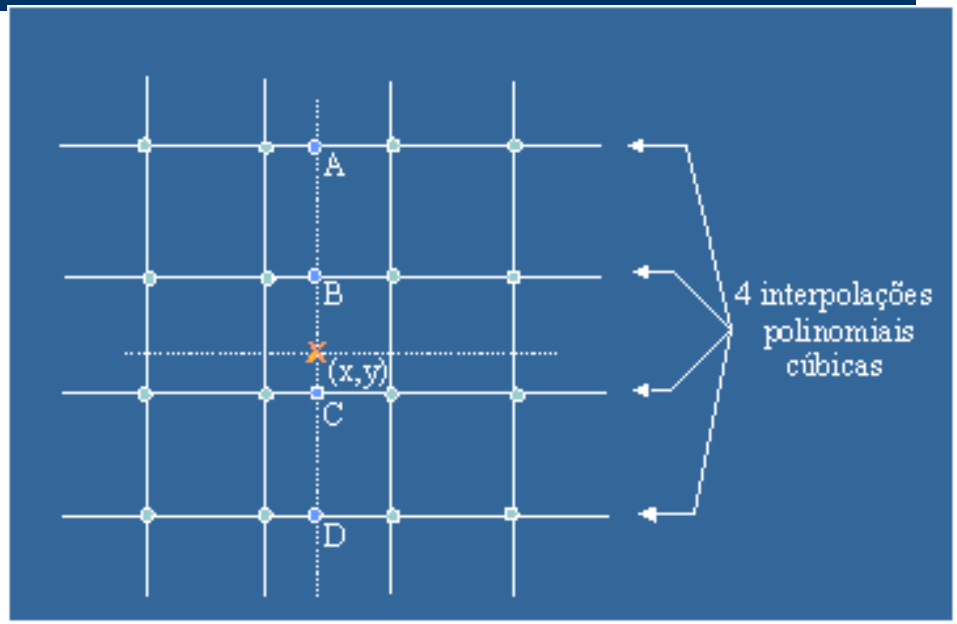
- Efeito de blocos
- Processamento rápido
- Não cria novos valores de NC (mantém estatísticas da imagem)

Interpolação Bilinear



- O valor obtido pela média ponderada dos NCs dos pontos E e F é transferido para a posição X
- Efeito de suavização devido a operação de média

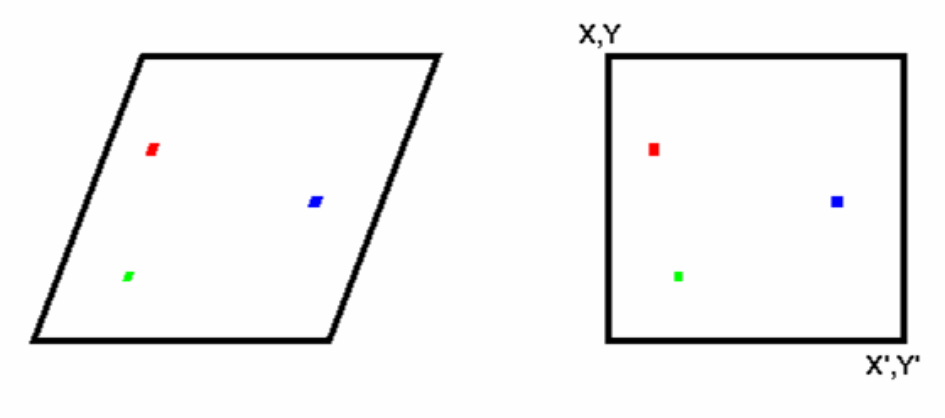
Interpolação Cúbica



- Computacionalmente mais caro
- Introduz novos valores de NCs (altera parâmetros estatísticos)
- Produz imagem com aparência mais natural

Pré-processamento de Imagens

Correção geométrica e registro



Pré-Processamento

- Correção geométrica: **conversão do sistema de coordenadas** das imagens (originais) para um sistema de projeção de mapas padrão.

- Permite:
  - ✓ Localização exata na imagem
  - ✓ Exportar imagens para um SIG

Agenda 2: Processamento de Imagens

- ✓ Conceitos básicos
- ✓ Pré-processamento
- ✓ **Realce**

Processamento de Imagens: Realce

- Imagens monocromáticas e multiespectrais
- Indica qualidade visual da imagem
- Depende:
  - ✓variação dos níveis de cinza
  - ✓estrutura espacial dos elementos na imagem
  - ✓da geometria na obtenção da imagem

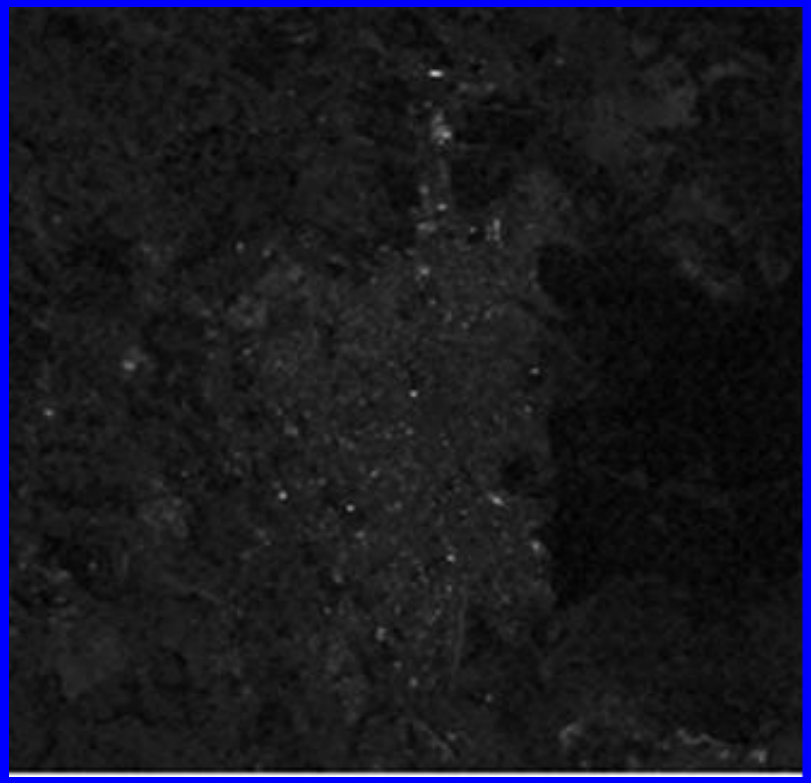
Processamento de Imagens: Realce

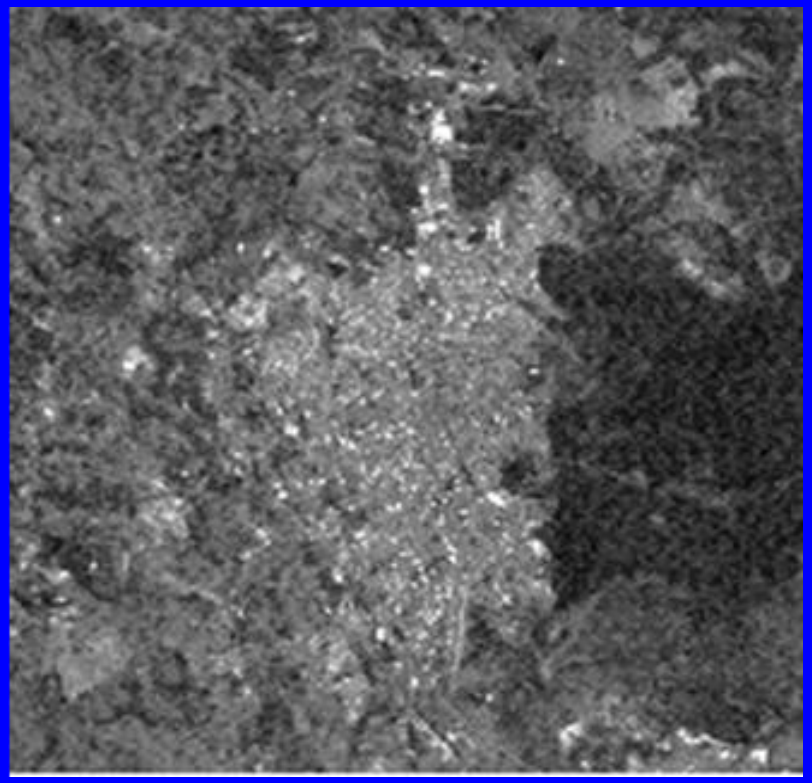
- Radiométrico
  - ✓Manipulação de Contraste
- Espectral
  - ✓Composição colorida (RGB e IHS)
  - ✓**Operações aritméticas [Ex.: NDVI] (*)**
  - ✓**Componentes principais (*)**
- Espacial
  - ✓**Filtragens (*)**

*** Laboratório**

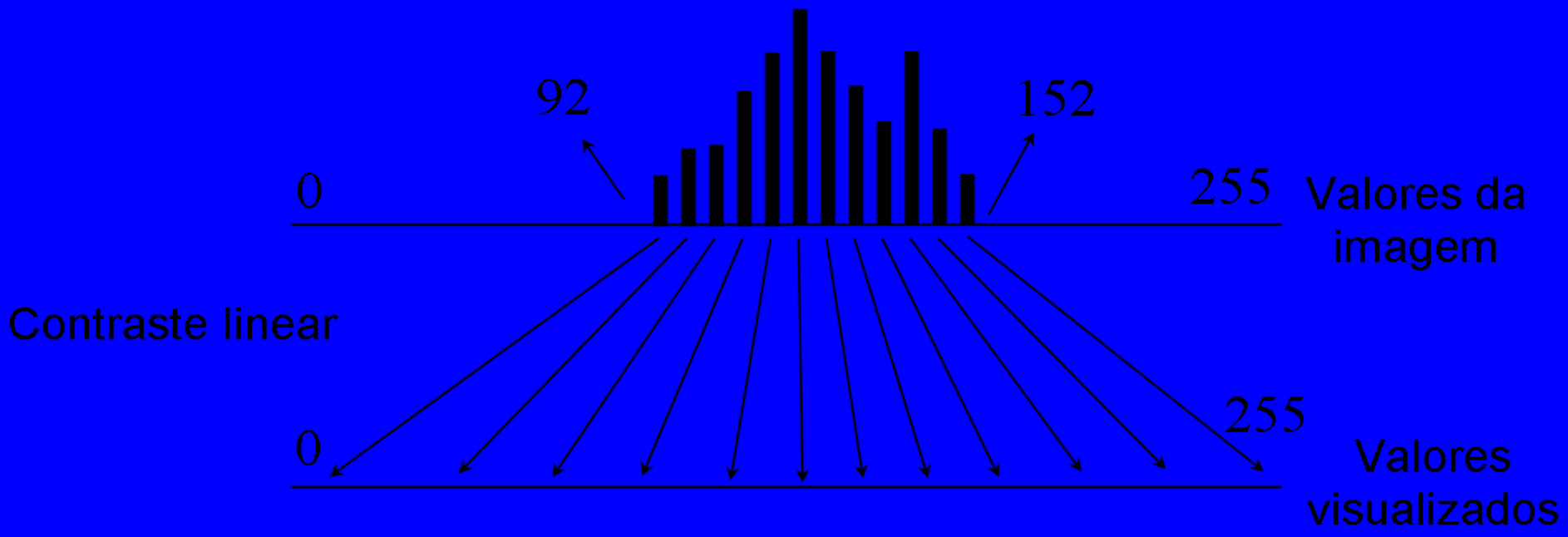
Manipulação de Contraste: Modificação de Histograma por Realce

- Imagem Spot original e com contraste





Processamento de Imagens:
Manipulação de Contraste (Linear)



Processamento de Imagens: Realce

Manipulação de Contraste

- Modificação de Histogramas
  - ✓ Realce linear
  - ✓ Realce linear com saturação
  - ✓ Equalização do Histograma
  - ✓ Fatiamento

Manipulação de Contraste: Modificação de Histograma por Realce Linear

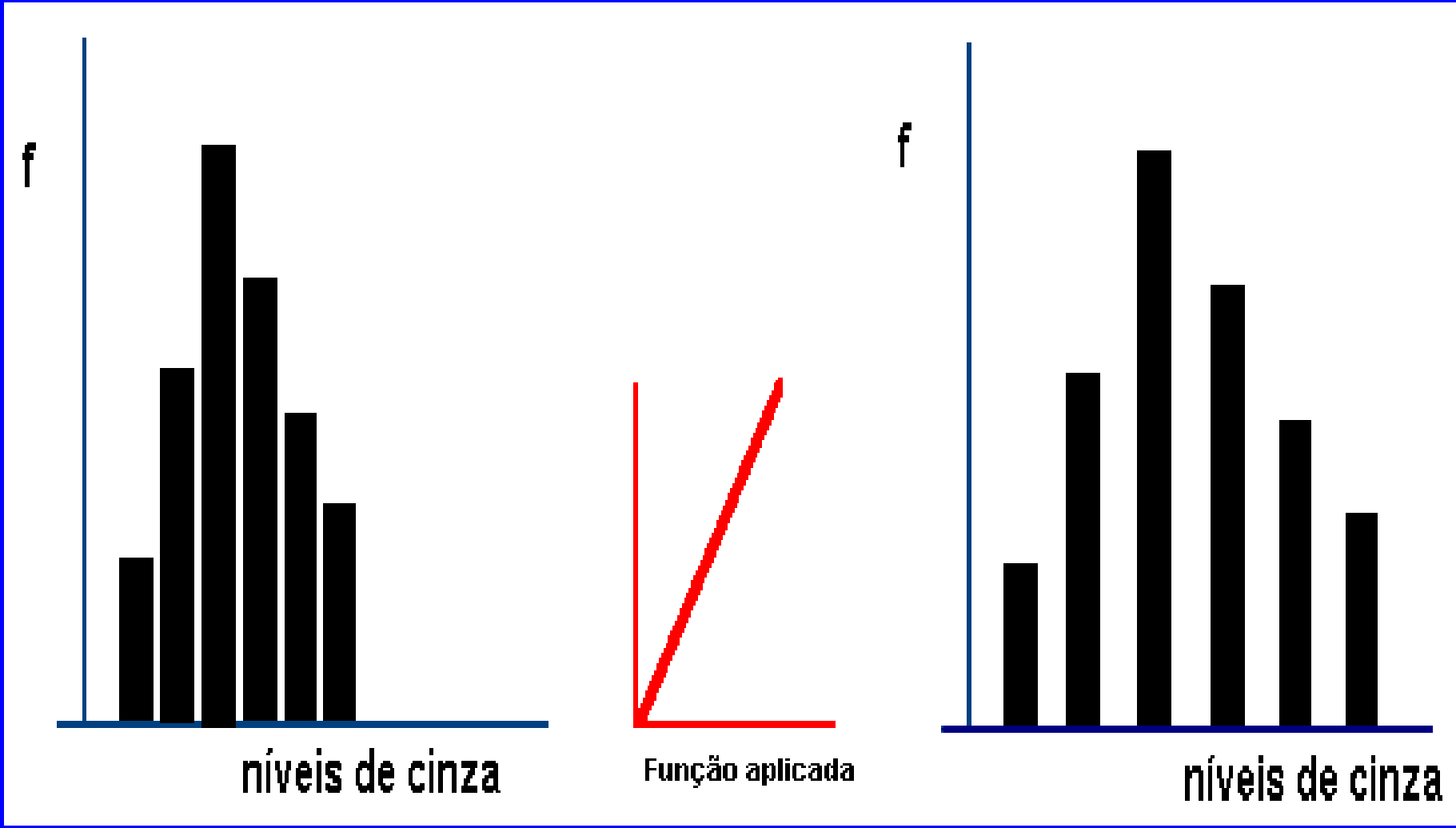


Imagem TM Banda 3 - Original

Imagem TM Banda 3 – com Realce Linear

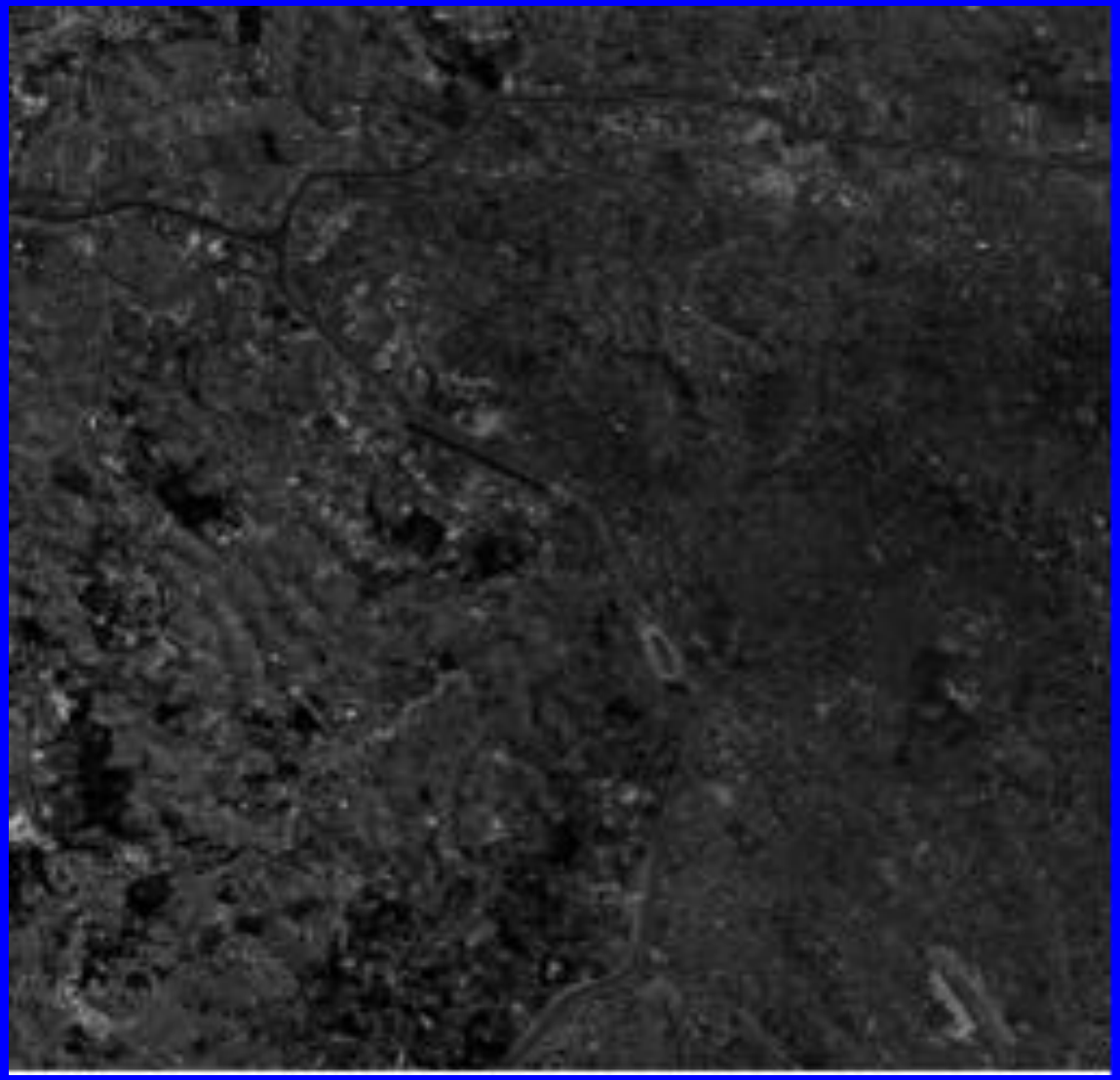
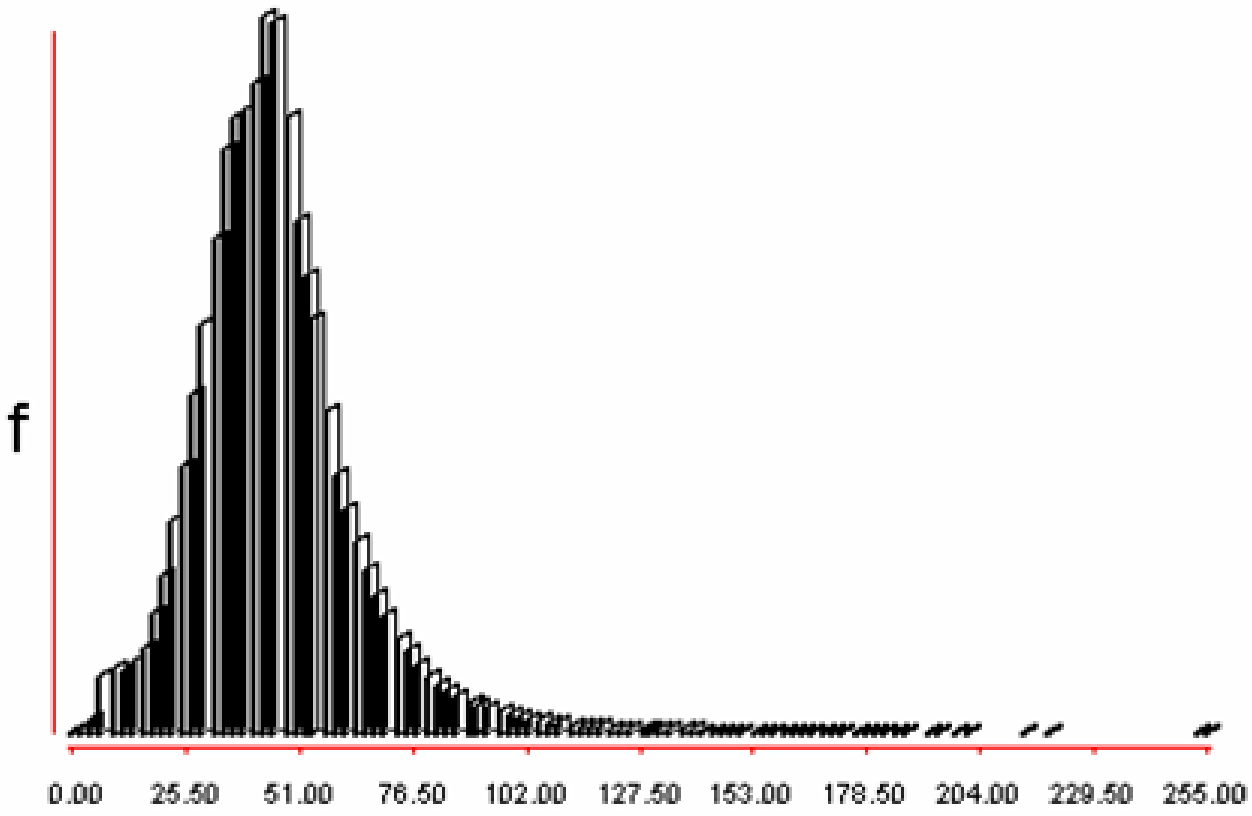


Imagem TM Banda 3
Histograma do Realce Linear



Histogram of sp3s

Class width :	1.0000
Display minimum :	0.0000
Display maximum :	255.0000
Actual minimum :	0.0000
Actual maximum :	255.0000
Mean :	44.4049
Stand. Deviation :	17.2723
df :	262143

Manipulação de Contraste: Modificação de Histograma por Realce Linear com Saturação

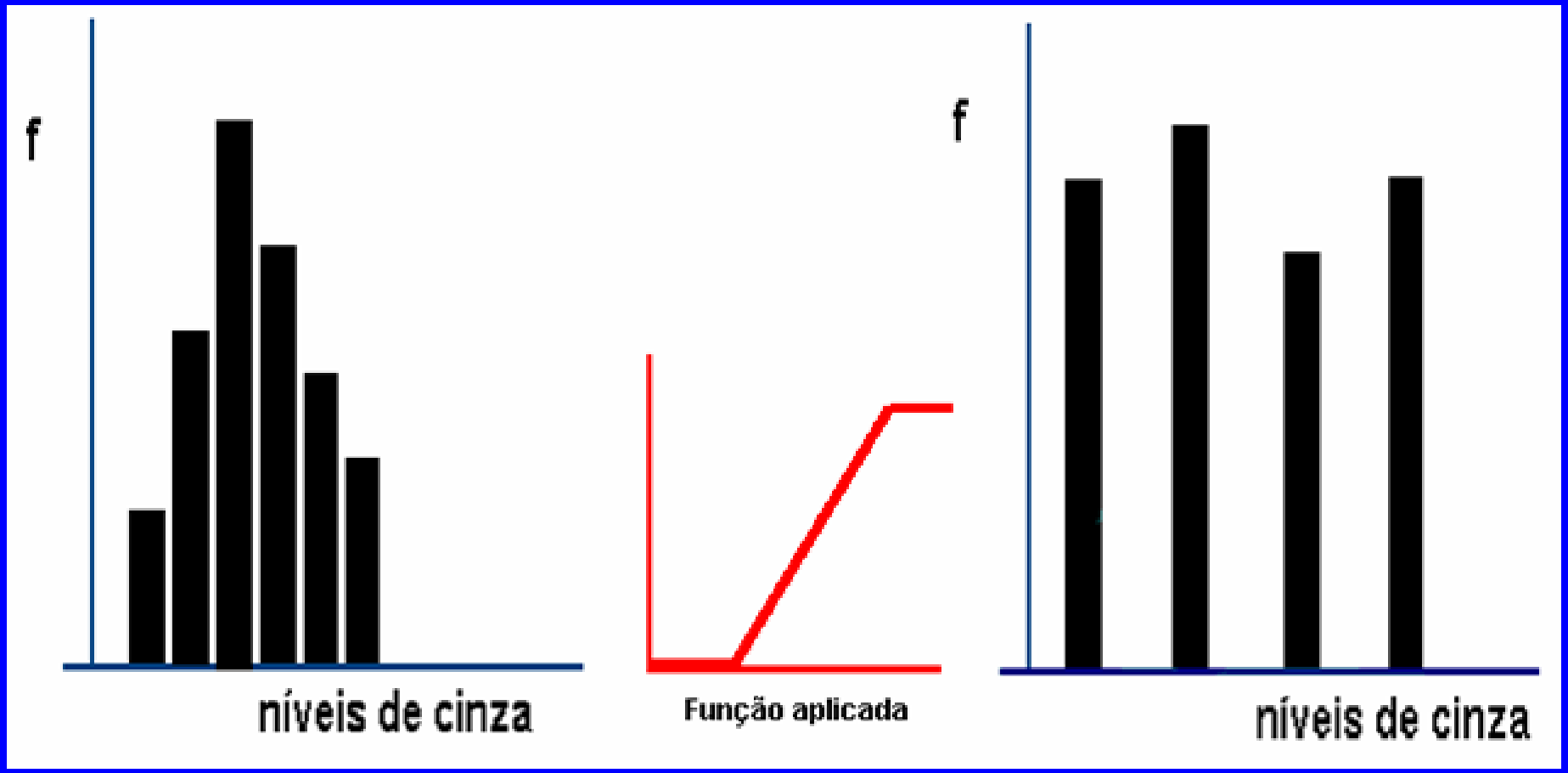


Imagem TM Banda 3 - com Realce Linear com Saturação

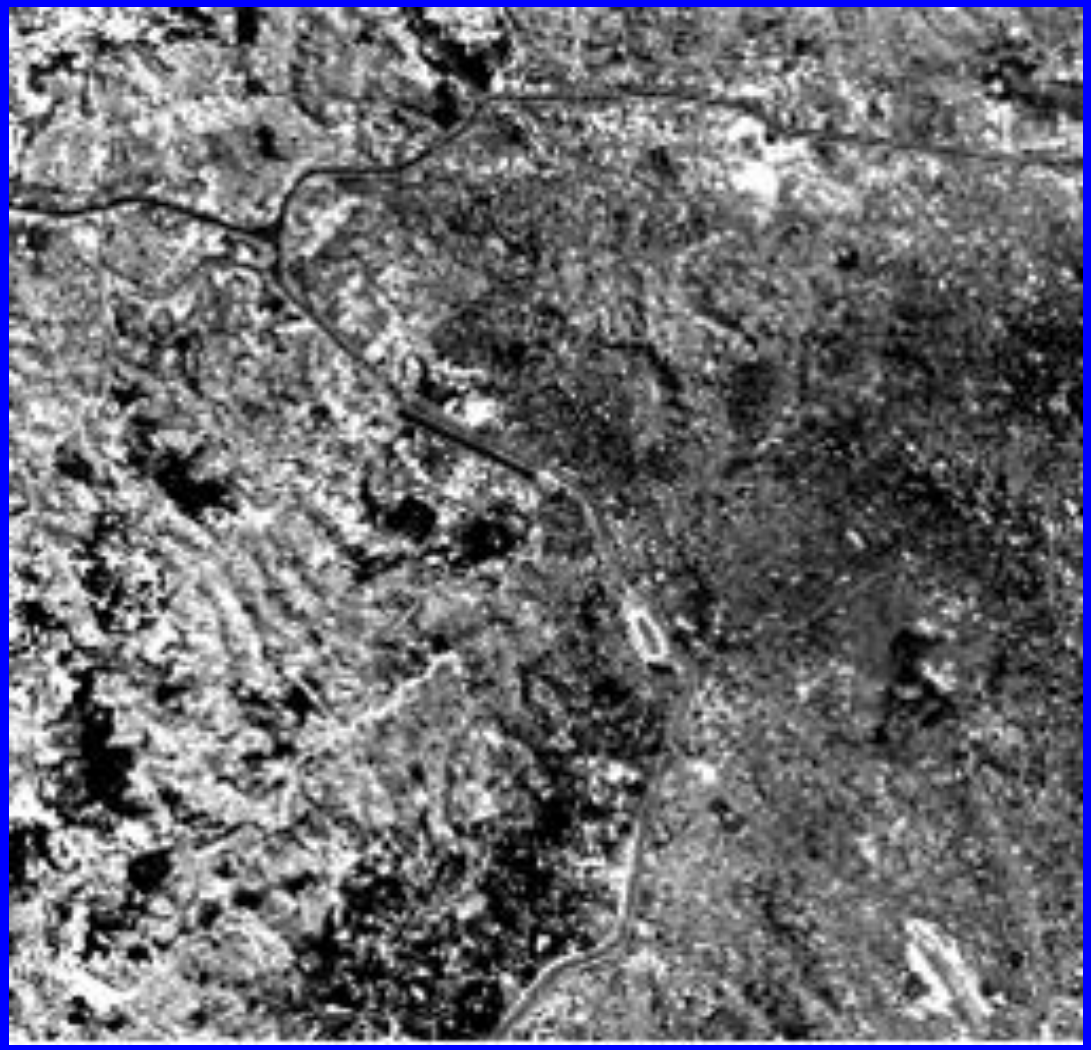
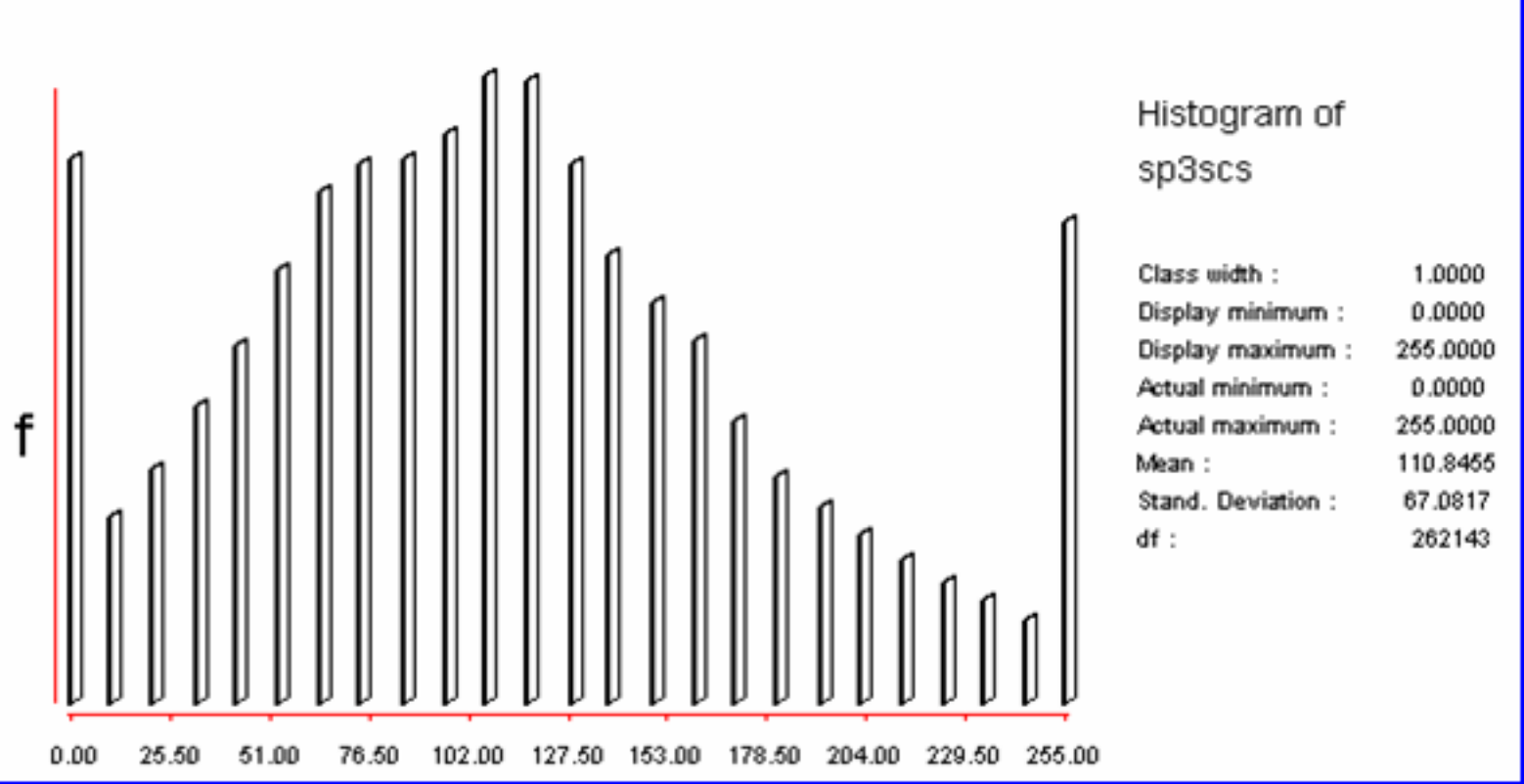


Imagem TM BANDA 3 – Histograma do Realce Linear com Saturação



Manipulação de Contraste: Modificação de Histograma por Equalização

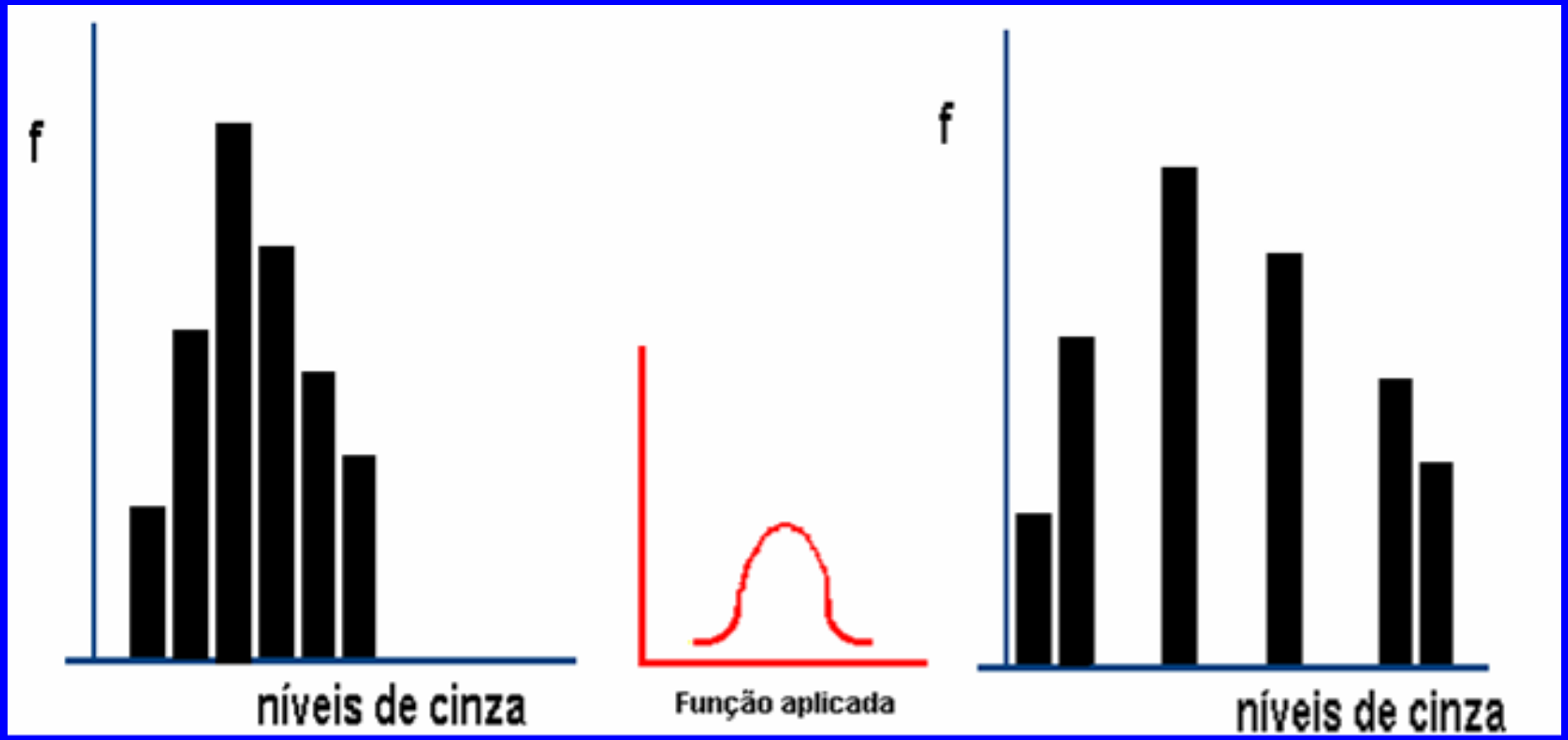
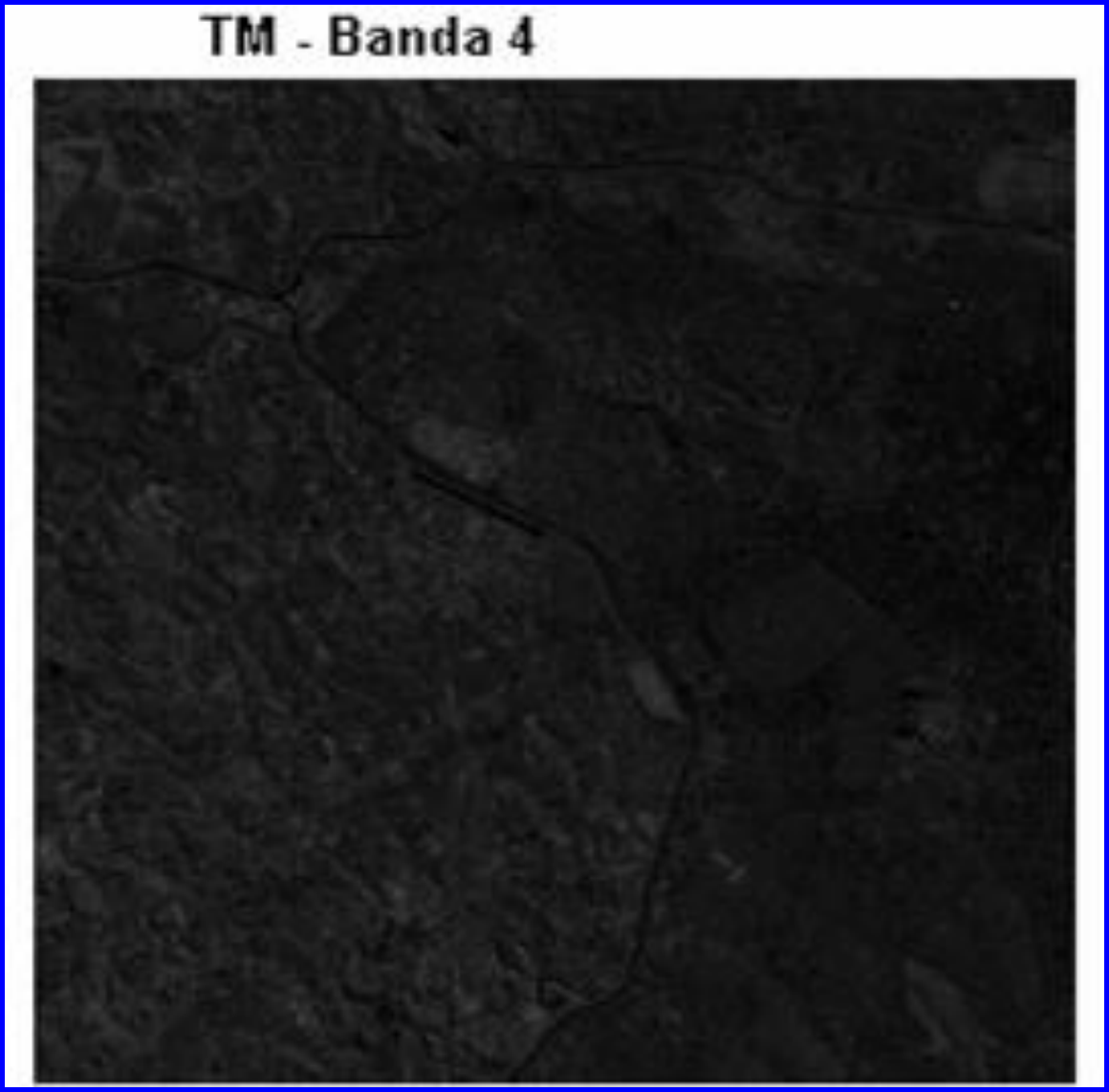
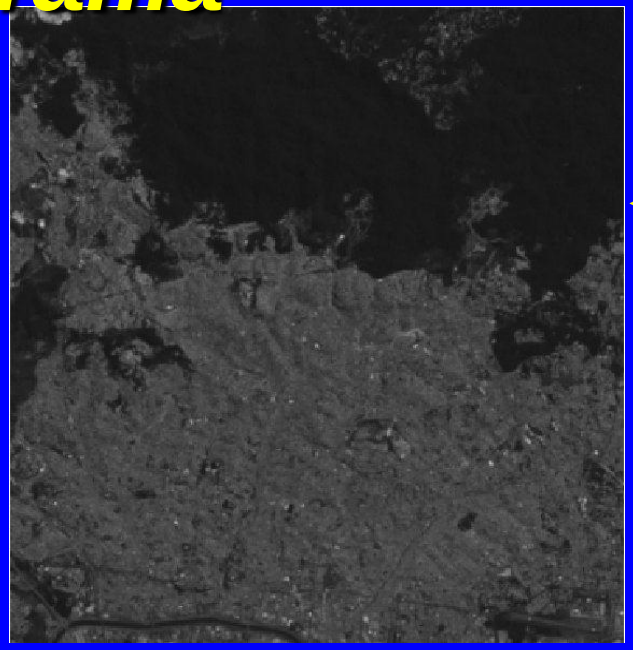


Imagem TM Banda 4 - Original

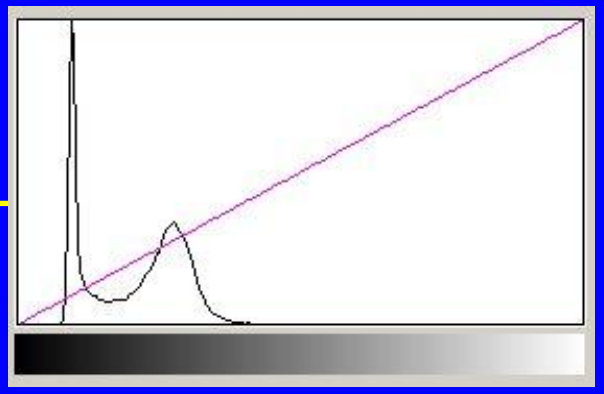


BANDA 4 -
Equalização do Histograma

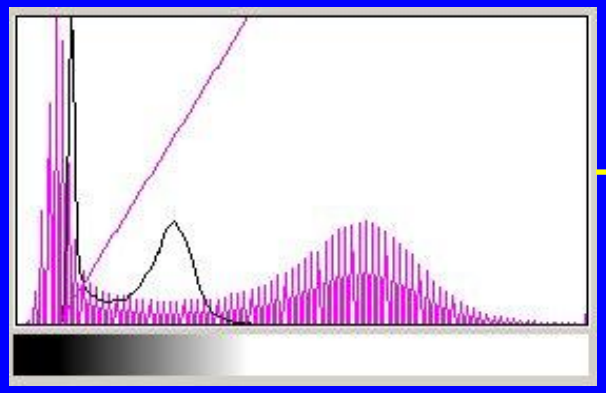
Histograma



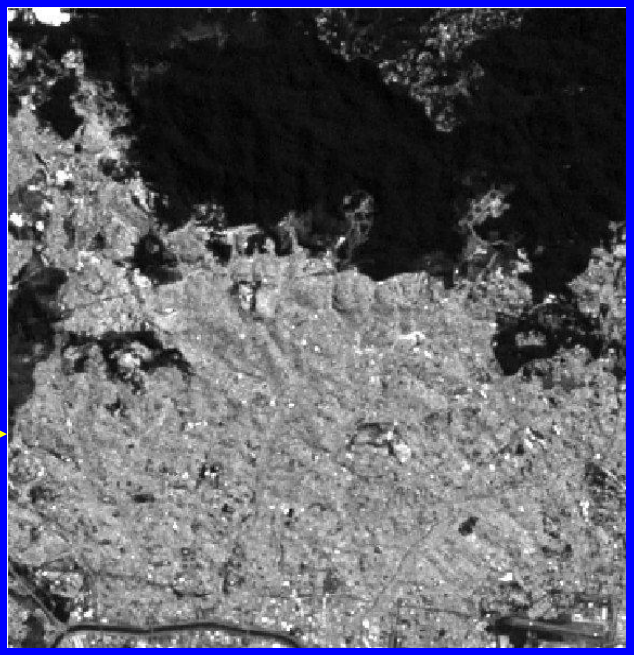
Banda 3 – Imagem sem realce



Histograma da Banda 3 sem realce



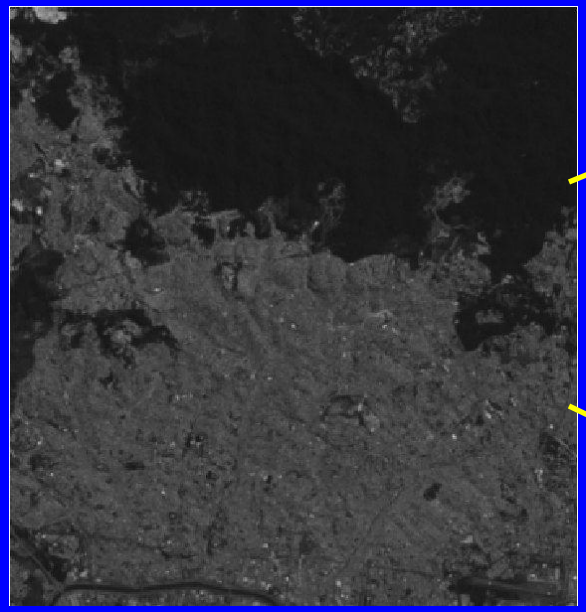
Histograma da Banda 3 com realce linear



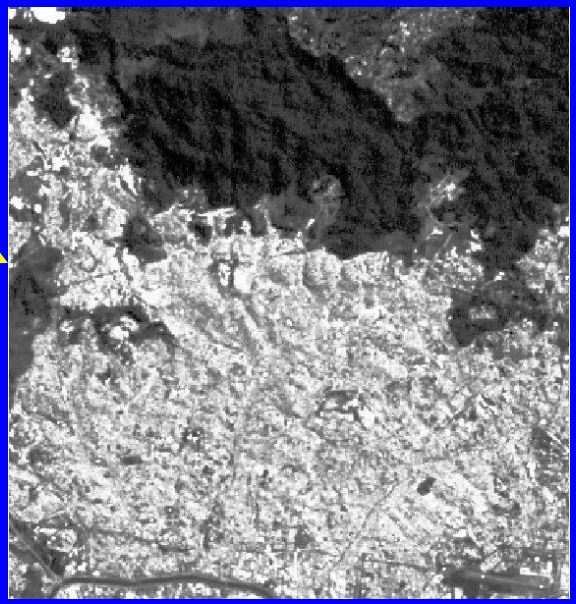
Banda 3 – Imagem com realce linear

Realce

Banda 3 – Realce linear



Banda 3 – Imagem sem realce



Banda 3 – Realce equidistribuído

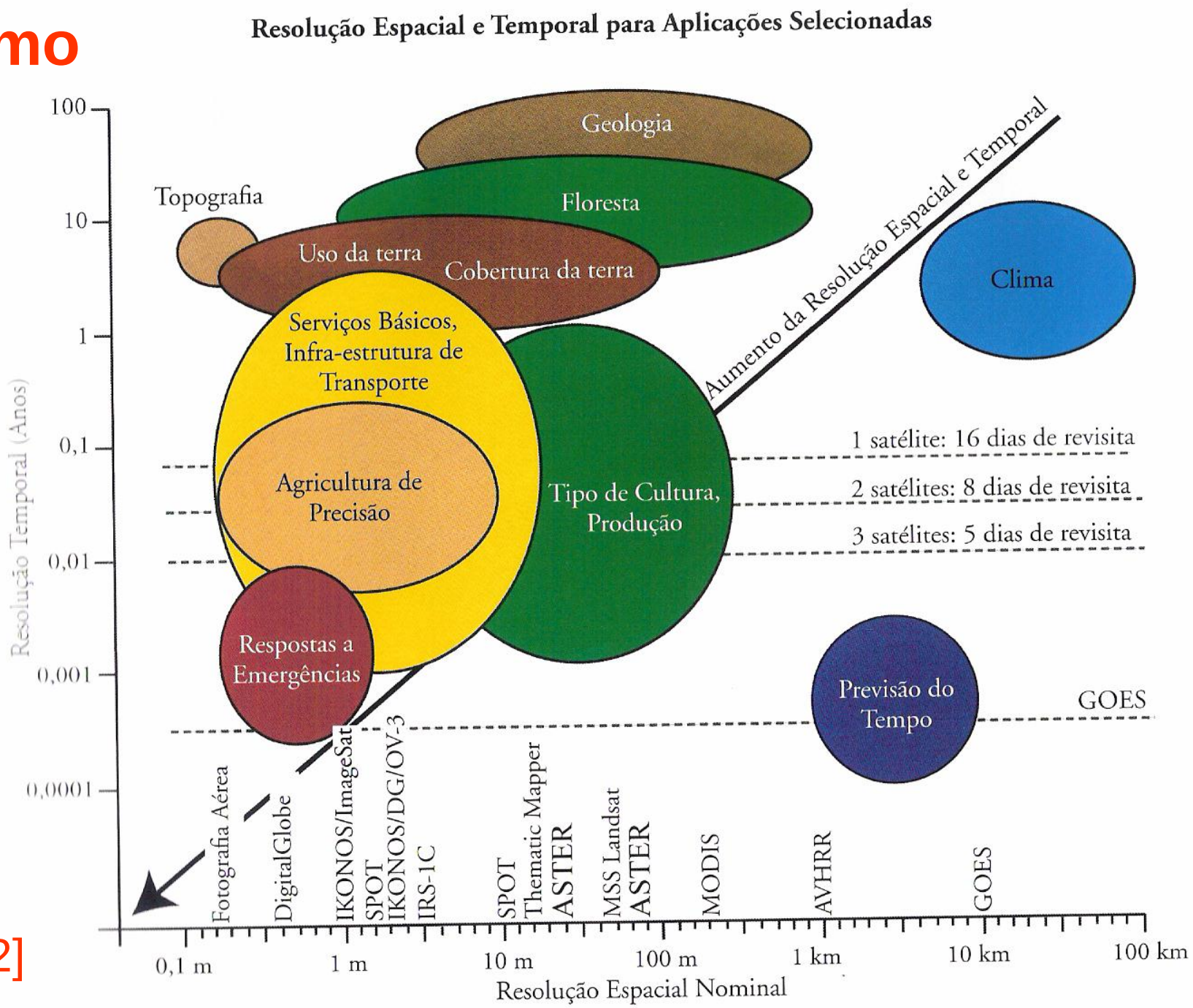
Resumo (1)

Tabela 1-3. Seleção de sistemas de sensoriamento remoto e suas características.

	Resolução								
	Espectral								
Sistemas de Sensoriamento Remoto	**Azul**	**Verde**	**Vermelho**	**Infravermelho próximo**	**Infravermelho médio (SWIR)**	**Infravermelho termal**	**Micro-ondas**	**Espacial (m)**	**Temporal (dias)**
Sensores Suborbitais									
Filme pancromático (preto e branco)		0,5 ---------- 0,7 µm						Variável	Variável
Filme colorido	0,4 ---------- 0,7 µm							Variável	Variável
Filme infravermelho colorido		0,5 ---------- 0,9 µm						Variável	Variável
Câmeras métricas digitais (CCD)	1	1	1	1				0,25 – 5	Variável
CASI 1500	0,40 -------- 288 bandas ---------- 1,0 µm							Variável	Variável
AVIRIS – Airborne Visible Infrared Imaging Spectrometer	0,40 ---------- 224 bandas ---------- 2,5 µm							2,5 ou 20	Variável
Intermap Star-3i Radar banda							1	Variável	Variável
Sensores em Satélites									
NOAA-9 AVHRR LAC			1	1		3		1.100	14,5/dia
NOAA-K, L, M			1	1	2	2		1.100	14,5/dia
Landsat Multispectral Scanner (MSS)		1	1	2				79	16-18
Landsat 4 e 5 Thematic Mappers (TM)	1	1	1	1	2	1		30 e 120	16
Landsat 7 Enhanced TM (ETM+) – Multiespectral	1	1	1	1	2	1		30 e 60	16
- Pancromático		0,52 ---------- 0,9 µm						15	16
SPOT 4 HRV – Multiespectral		1	1	1				20	com aponta-mento
- Pancromático		0,51 ---------- 0,73 µm						10	com aponta-mento

Fonte: [2]

Resumo (2)



Fonte: [2]

Bibliografia (SR - 1)

- **Caderno Didático do INPE sobre SR**. Disponível online: http://www.inpe.br/crs/geodesastres/imagens/publicacoes/cadernos/Caderno2_Desastres%20Naturais-sensoriamentoremoto.pdf

- [1] MORAES NOVO, Evlyn L.M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 3ª Edição. São Paulo: Blucher, 2008.

- [2] JENSEN, John R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente – Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. 2ª Edição. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

Bibliografia (SR - 2)

- [4] LIU, William T.H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2007.

- [5] MENESES, Paulo R; MADEIRA NETTO, José S. **Sensoriamento Remoto: Reflectância dos Alvos Naturais**. Brasília: UnB, 2001.

Sítios na Internet

- EMBRAPA / INPE - http://www.sat.cnpm.embrapa.br/
- LANDSAT - http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/Satelites/LANDSAT7.php
- SPOT - http://pt.wikipedia.org/wiki/Spot_(sat%C3%A9lites)

Bibliografia (SR - 3)

[3] DALMOLIN, Quintino; SANTOS, Daniel R. **Sistema Laserscanner: Conceitos e Princípios de Funcionamento.** 3ª Edição. Curitiba: UFPR, 2004.

Bibliografia (SR - 4)

Processamento Digital de Imagens

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manuais Técnicos em Geociências: Introdução ao Processamento Digital de Imagens**. Rio de Janeiro, 2001.

- GONZALEZ, R.C; WOODS, R. E. **Processamento de imagens digitais**. São Paulo: Edgard Blucher – 2000.

- MARQUES FILHO, Ogê; VIEIRA NETO, Hugo. **Processamento digital de imagens**. Brasport, 1999.

- CRÓSTA, Alvaro P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: UNICAMP/IG, 1992.

Advanced Land Observing Satellite (ALOS)

Example for city model using PRISM/DSM
(high-resolution stereo mapping sensor)